

TUGAS AKHIR - CS234801

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN TOWER 3 ITS SURABAYA MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO

RALIANSA SEIFAL HAMDANI

NRP 5012201065

Dosen Pembimbing

Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.

NIP 198110142008122001

Program Studi Sarjana

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



TUGAS AKHIR - CS234801

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN
TOWER 3 ITS SURABAYA MENGGUNAKAN SIMULASI
MONTE CARLO**

RALIANSA SEIFAL HAMDANI

NRP 5012201065

Dosen Pembimbing

Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.

NIP 198110142008122001

Program Studi Sarjana

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



FINAL PROJECT - CS234801

**ANALYSIS OF ITS SURABAYA TOWER 3
CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULING USING
MONTE CARLO SIMULATION**

RALIANSA SEIFAL HAMDANI

NRP 5012201065

Advisor

Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.

NIP 198110142008122001

Undergraduate Program

Department of Civil Engineering

Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN TOWER 3 ITS SURABAYA MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi Sarjana

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **RALIANSA SEIFAL HAMDANI**

NRP. 5012201065

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

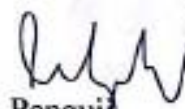
1. Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.
NIP 198110142008122001


Pembimbing

2. Ir. Retno Indryani, MT.
NIP 195911061985112001


Penguji

3. Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT.
NIP 198207312008121002


Penguji



SURABAYA

Juli, 2024

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

APPROVAL SHEET

ANALYSIS OF ITS SURABAYA TOWER 3 CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULING USING MONTE CARLO SIMULATION

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a Bachelor Degree at
Undergraduate Program
Department of Civil Engineering
Faculty of Civil, Planning, And Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **RALIANSA SEIFAL HAMDANI**
NRP. 5012201065

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.
NIP 198110142008122001

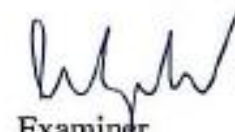

Advisor

2. Ir. Retno Indryani, MT.
NIP 195911061985112001


Examiner

3. Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT.
NIP 198207312008121002




Examiner

SURABAYA

July, 2024

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

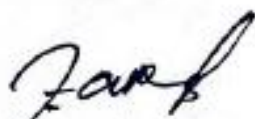
Nama mahasiswa/NRP : Raliansa Seifal Hamdani / 5012201065
Departemen : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing/NIP : Dr. Farida Rachmawati, ST., MT. / 198110142008122001

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya Menggunakan Simulasi Monte Carlo" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2024

Mengetahui
Dosen Pembimbing



Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.
NIP. 198110142008122001

Mahasiswa



Raliansa Seifal Hamdani
NRP. 5012201065

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Raliansa Seifal Hamdani / 5012201065
Department : Civil Engineering
Advisor / NIP : Dr. Farida Rachmawati, ST., MT. / 198110142008122001

Hereby declare that the Final Project with the title of "Analysis of ITS Surabaya Tower 3 Project Scheduling Using Monte Carlo Simulation" is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, July 2024

Acknowledged
Advisor



Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.
NIP. 198110142008122001

Student



Raliansa Seifal Hamdani
NRP. 5012201065

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK TOWER 3 ITS SURABAYA MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO

Nama Mahasiswa / NRP : **Raliansa Seifal Hamdani / 5012201065**
Departemen : **Teknik Sipil FTSPK – ITS**
Dosen Pembimbing : **Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.**

Abstrak

Penjadwalan merupakan salah satu aspek krusial dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat menentukan kelancaran proyek tersebut. Kualitas penjadwalan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko dan ketidakpastian yang terjadi di lapangan, yang sering kali menjadi penyebab utama perencanaan yang kurang baik. Kesalahan dalam perencanaan penjadwalan dapat mengakibatkan berbagai permasalahan, termasuk keterlambatan proyek yang berdampak pada aspek keuangan. Untuk mengatasi masalah ini, analisis probabilistik melalui simulasi Monte Carlo dapat menjadi solusi yang efektif. Simulasi Monte Carlo adalah metode yang mendekati solusi masalah dengan melakukan sampling dari proses acak. Dalam perencanaan penjadwalan proyek, metode penjadwalan deterministik umumnya digunakan, seperti yang diterapkan pada proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya di Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan melihat apakah durasi eksisting proyek masuk kedalam rentang durasi analisis penjadwalan secara probabilistik, sebagai salah satu langkah mitigasi terhadap keterlambatan proyek dengan menerapkan simulasi Monte Carlo pada penjadwalan proyek. Hasil analisis probabilistik menunjukkan rentang durasi proyek yang bervariasi, mulai dari durasi optimis selama 176 hari, durasi paling sering selama 204 hari, hingga durasi pesimis selama 266 hari. Sebagai perbandingan, durasi eksisting proyek Tower 3 ITS dengan penjadwalan deterministik adalah 209 hari untuk pekerjaan struktural bangunan utama dan bangunan annex. Berdasarkan hasil penelitian, durasi eksisting yang menggunakan analisis deterministik masih berada dalam rentang durasi hasil analisis probabilistik dengan probabilitas keberhasilan sebesar 47,48%. Penelitian ini menunjukkan pentingnya analisis probabilistik dalam penjadwalan proyek untuk memitigasi risiko keterlambatan dan meningkatkan akurasi perencanaan.

Kata kunci: Durasi, Penjadwalan, Probabilistik, Simulasi Monte Carlo.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALYSIS OF ITS SURABAYA TOWER 3 PROJECT SCHEDULING USING MONTE CARLO SIMULATION

Student Name / NRP : **Raliansa Seifal Hamdani / 5012201065**
Department : **Civil Engineering F-CIVPLAN ITS**
Advisor : **Dr. Farida Rachmawati, ST., MT.**

Abstract

Scheduling is one of the crucial aspects of implementing a construction project, which greatly determines the smooth running of the project. The quality of scheduling can be influenced by various risk factors and uncertainties that occur in the field, which are often the main cause of poor planning. Errors in scheduling and planning can result in various problems, including project delays, which have an impact on financial aspects. To overcome this problem, probabilistic analysis through Monte Carlo simulation can be an effective solution. Monte Carlo simulation is a method that approaches problem solutions by sampling from random processes. In project scheduling planning, deterministic scheduling methods are generally used, as applied to the ITS Surabaya Tower 3 construction project on Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya City, East Java. This research aims to see whether the existing duration of the project falls into the duration range of probabilistic scheduling analysis as one of the mitigation steps for project delays by applying Monte Carlo simulation to project scheduling. The results of the probabilistic analysis show a varied range of project durations, ranging from an optimistic duration of 176 days, the most frequent duration of 204 days, to a pessimistic duration of 266 days. As a comparison, the existing duration of the ITS Tower 3 project with deterministic scheduling is 209 days for structural work on the main building and annex building. Based on the research results, the existing duration using deterministic analysis is still within the duration range of probabilistic analysis results, with a probability of success of 47,87%. This research shows the importance of probabilistic analysis in project scheduling to mitigate the risk of delays and increase planning accuracy.

Keywords: Duration, Monte Carlo Simulation, Probabilistic, Scheduling.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, kami panjatkan rasa syukur yang mendalam atas segala rahmat dan karunia-Nya. Berkat bimbingan dan kasih sayang-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Tower 3 ITS Menggunakan Simulasi Monte Carlo” ini dengan baik. Penulis juga tidak lupa akan dukungan dari berbagai pihak yang selalu memberikan bantuan kepada penulis sampai dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Farida Rachmawati, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmunya serta meluangkan waktu dan tenaga kepada penulis untuk mengerjakan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung, mendoakan, dan memberikan dukungan kepada penulis.
3. Almas Larasati sebagai supporter utama yang selalu mengerti keadaan penulis dan selalu mendukung apapun pilihan yang penulis akan jalani agar penulis dapat berkembang.
4. KKWAFIRR yang selalu hadir dalam kegiatan sehari-hari penulis yang selalu memberikan kebahagiaan, pengalaman, dan wawasan yang membuat penulis selalu merasa lebih baik.
5. Tim Perencanaan Jembatan sebagai penolong perkuliahan penulis.
6. Seluruh anggota Himpunan Teknik Sipil ITS yang telah menjadi wadah penulis untuk belajar dan berkembang.
7. Teman-teman seperjuangan angkatan S63 atas waktu dan kebersamaannya selama masa perkuliahan.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran akan diterima dengan baik agar menjadi masukan yang dapat menjadi sesuatu yang lebih baik lagi. Diharapkan apa yang telah dibuat dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan masyarakat yang membaca ini, terutama yang memiliki minat manajemen konstruksi dalam ilmu ketekniksipilan. Kembali penulis ucapkan terima kasih dan permohonan maaf jika masih terdapat banyak kesalahan dalam penulisan dan penelitian ini.

Surabaya, Juli 2024

Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
Abstrak	ix
Abstract	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hasil Studi Terdahulu	3
2.2 Manajemen Proyek	4
2.3 Penjadwalan Proyek	5
2.3.1 Penjadwalan Deterministik	6
2.3.2 Penjadwalan Probabilistik	6
2.4 <i>Program Evaluation and Review Technique</i>	6
2.4.1 <i>Time expected</i>	7
2.4.2 Standar Deviasi dan Varians	7
2.5 <i>Network Planning</i>	8
2.6 <i>Work Breakdown Structure</i>	8
2.7 Kurva S	10
2.8 Risiko dan Ketidakpastian dalam Proyek	11
2.9 <i>Risk Assesment</i>	11
2.10 Probabilitas	12
2.11 Distribusi Probabilitas	13
2.11.1 Distribusi Normal	13
2.11.2 Distribusi Triangular	14
2.11.3 Distribusi Uniform	15
2.11.4 Distribusi Beta	16
2.12 Simulasi Monte Carlo	17
	xv

BAB III METODOLOGI	19
3.1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir	19
3.2 Data Penelitian	20
3.3 Teknik Pengolahan Data	21
3.3.1 Pengumpulan Data	21
3.3.2 Pengolahan Data	21
3.3.3 Analisis Data	22
BAB IV PEMBAHASAN	23
4.1 Data Umum Proyek	23
4.2 Pengumpulan Data Penelitian	25
4.2.1 Jadwal Proyek	25
4.2.2 Rincian Item Pekerjaan	27
4.2.3 Penjadwalan Deterministik	28
4.2.4 Penyebaran Kuesioner dan Pengumpulan Data Primer	29
4.2.5 Rekapitulasi Hasil Kuesioner	30
4.3 Analisis Probabilistik Menggunakan Simulasi Monte Carlo	31
4.3.1 Perhitungan Analisis Probabilistik	31
4.3.2 Faktor Risiko	33
4.3.3 Menjalankan Simulasi Monte Carlo	34
4.4 Penjadwalan Probabilistik	37
4.4.1 Penjadwalan Durasi Optimis, Paling Sering, dan Pesimis	37
4.4.2 Perbandingan Penjadwalan Deterministik dan Probabilistik	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51
Lampiran 1 Draft Kuesioner	52
Lampiran 2 Kurva S Proyek Pembangunan Tower 3 ITS	53
Lampiran 3 <i>Time Schedule</i> Pekerjaan Struktural Bangunan Utama dan Bangunan Annex Proyek Tower 3 ITS (Dalam Hari)	54
Lampiran 4 <i>Work Breakdown Structure</i> Tower 3 ITS	55
Lampiran 5 <i>Sequencing</i> Durasi Eksisting	62
Lampiran 6 Penjadwalan Deterministik	69
Lampiran 7 Durasi Hasil Kuesioner	73
Lampiran 8 Rekapitulasi Hasil Kuesioner	78
Lampiran 9 Rekapitulasi Perhitungan Variabel Program Bantu	84
Lampiran 10 Rekapitulasi Durasi Hasil Simulasi Monte Carlo	89

Lampiran 11 Penjadwalan Ulang Durasi Optimis	94
Lampiran 12 Penjadwalan Ulang Durasi Paling Sering	98
Lampiran 13 Penjadwalan Ulang Durasi Pesimis	102
BIODATA PENULIS	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Distribusi Asimetris (beta)	7
Gambar 2.2 Contoh <i>Network Planning</i>	8
Gambar 2.3 Contoh <i>Work Breakdown Structure</i>	9
Gambar 2.4 Contoh Kurva S	10
Gambar 2.5 Matriks Penilaian Risiko	12
Gambar 2.6 Grafik Distribusi Normal	14
Gambar 2.7 Grafik Distribusi Triangular	15
Gambar 2.8 Grafik Distribusi Uniform	16
Gambar 2.9 Grafik Distribusi Beta	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	19
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Dalam Tampilan <i>Google Earth</i>	23
Gambar 4.2 Layout Plan Proyek Pembangunan ITS Tower dan CLC	24
Gambar 4.3 Layout Plan Bangunan Utama dan Bangunan Annex Tower 3 ITS	24
Gambar 4.4 <i>Sequencing</i> Penjadwalan Eksisting Menggunakan Penjadwalan Deterministik	29
Gambar 4.5 Hasil Distribusi Triangular	35
Gambar 4.6 Diagram Hasil Simulasi Monte Carlo	36
Gambar 4.7 <i>Time Schedule</i> Durasi Optimis	38
Gambar 4.8 <i>Time Schedule</i> Durasi Paling Sering	38
Gambar 4.9 <i>Time Schedule</i> Durasi Pesimis	39
Gambar 4.10 Distribusi Normal Sebelum Iterasi	41
Gambar 4. 11 Distribusi Normal Setelah Iterasi	41
Gambar 4.12 Probabilitas Keberhasilan Durasi Optimis	42
Gambar 4.13 Probabilitas Keberhasilan Durasi Paling Sering	42
Gambar 4.14 Probabilitas Keberhasilan Durasi Eksisting	43
Gambar 4.15 Probabilitas Keberhasilan Durasi <i>Time Expected</i>	43
Gambar 4.16 Probabilitas Keberhasilan Durasi Pesimis	44
Gambar 4.17 <i>Range</i> Durasi Penjadwalan Probabilistik dan Penjadwalan Deterministik	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Studi Terdahulu	4
Tabel 2.2 Identifikasi Risiko	11
Tabel 2.3 Skala <i>Likelihood</i>	12
Tabel 4.1 <i>Time Schedule</i> Pekerjaan Struktural Bangunan Utama dan Bangunan Annex Proyek Tower 3 ITS (Dalam Minggu)	25
Tabel 4.2 <i>Work Breakdown Structure</i>	27
Tabel 4.3 <i>Sequencing</i> Durasi Eksisting.....	28
Tabel 4.4 Daftar Responden.....	29
Tabel 4.5 Hasil Kuesioner.....	30
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Kuesioner.....	31
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan.....	33
Tabel 4.8 Item Pekerjaan dengan Standar Deviasi $> 0,5$	33
Tabel 4.9 Faktor Risiko Yang Berpengaruh Terhadap Waktu.....	34
Tabel 4. 10 Tampilan Statistik Hasil Simulasi.....	36
Tabel 4.11 Hasil Simulasi Monte Carlo yang Dibulatkan	37
Tabel 4.12 Perbandingan Penjadwalan Probabilistik Dengan Penjadwalan Deterministik.....	39
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan <i>Time Expected</i> Terhadap Seluruh Durasi.....	40
Tabel 4.14 Persentase Probabilitas Keberhasilan Seluruh Durasi	42

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek merupakan serangkaian aktivitas dan tugas yang memiliki tujuan spesifik untuk diselesaikan, mempunyai waktu mulai dan waktu akhir, batasan anggaran, menggunakan sumber daya yang ada, serta multifungsi (Kerzner, 2009). Dalam sebuah proyek pastinya telah ditentukan lamanya waktu yang akan digunakan sebagai durasi pekerjaan suatu proyek. Namun, kenyataannya banyak proyek yang berujung mundur atau tidak sesuai dari waktu yang diharapkan karena nyatanya di setiap proyek memiliki risiko dan ketidakpastiannya yang unik dan berbeda-beda. Hal ini terjadi akibat faktor tidak terduga ataupun faktor yang tidak dapat dikendalikan yang terjadi di lapangan. Dengan kurangnya mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, akan berakibat pada kerugian proyek dari segi paling sensitif yaitu pembiayaan.

Pada umumnya, metode yang digunakan untuk mengendalikan suatu proyek konstruksi adalah CPM (*Critical Path Method*) atau metode jalur kritis yang merupakan sebuah metode deterministik. Kekurangan dari metode deterministik adalah asumsi durasi pekerjaan yang digunakan sudah diketahui dengan pasti. Untuk itu, diperlukan adanya analisis probabilistik sebagai pembanding untuk mendapatkan hasil yang mempertimbangkan risiko dan ketidakpastian yang ada di lapangan. Salah satu metode analisis probabilistik adalah dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Monte Carlo adalah simulasi tipe probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan sampling dari proses acak. Monte Carlo melibatkan penetapan distribusi probabilitas dari sebuah variabel yang dipelajari dan kemudian dilakukan pengambilan sampel acak dari distribusi untuk menghasilkan data (Arifin, 2009). Bagian penting dalam proses simulasi adalah dalam pemilihan distribusi yang tepat untuk mewakili ketidakpastian setiap faktor risiko dan ini dapat diturunkan dengan menggunakan data historis atau penilaian dari manajer risiko (Koulinas dkk, 2020).

Proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya yang berlokasi di Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur ini dimulai pada tanggal 28 Juli 2023 dan akan berlangsung selama 540 hari kalender untuk membangun sebuah gedung seluas 1.688,77 m². Sama halnya seperti proyek pada umumnya, proyek pembangunan Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya belum mempertimbangkan faktor ketidakpastian di lapangan dalam melakukan perencanaan penjadwalan. Penjadwalan yang dilakukan menggunakan penjadwalan secara deterministik. Oleh karena itu, diperlukan adanya analisis penjadwalan untuk mengetahui apakah penjadwalan yang telah direncanakan pada proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya sudah mempertimbangkan risiko dan ketidakpastian yang ada di lapangan agar proses pekerjaan sesuai dan selaras dengan rencana. Seperti yang sudah dijelaskan di atas, jika proyek mengalami keterlambatan ataupun terlalu cepat, maka akan mengalami masalah keuangan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan analisis probabilistik dengan menggunakan simulasi Monte Carlo untuk mendapatkan hasil perkiraan durasi proyek optimis, paling sering, dan pesimis sebagai pembanding dengan analisis deterministik yang ada dan mengetahui apakah rencana penjadwalan proyek pembangunan Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya ini sesuai dengan analisis probabilistik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut, yaitu:

1. Berapakah durasi optimis, paling sering, dan pesimis dari proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya berdasarkan analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo?
2. Bagaimana perbandingan antara durasi eksisting proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya menggunakan penjadwalan deterministik dengan hasil penjadwalan probabilistik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan agar tidak adanya penyimpangan pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan menggunakan Simulasi Monte Carlo.
2. Penelitian dilakukan pada proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya.
3. Penelitian dilakukan pada durasi pekerjaan struktural bangunan utama proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya.

1.4 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil analisis durasi proyek berupa durasi optimis, paling sering, dan pesimis menggunakan Simulasi Monte Carlo.
2. Menganalisis perbandingan antara durasi penjadwalan probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo dengan penjadwalan deterministik dari data eksisting proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya.

1.5 Manfaat

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan pembelajaran untuk menambah wawasan penulis terhadap metode untuk perencanaan suatu proyek terutama dalam segi penjadwalan dan dapat memberikan masukan atau alternatif penjadwalan kepada proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya menggunakan simulasi Monte Carlo.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Studi Terdahulu

Hasil studi terdahulu merupakan studi literatur penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian dan dapat membantu peneliti dalam melakukan penelitian. Berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, tesis, skripsi, dan disertasi penelitian dapat diambil dan digunakan sebagai kajian untuk penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi acuan peneliti, antara lain:

1. Hasil Penelitian Teguh, Budiman, dan Nugraha (2022)
Penelitian dengan judul “Analisis Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Simulasi Monte Carlo Studi Kasus: Pembangunan Rumah Tinggal di Pasuruan” menggunakan metode analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo dengan program bantu. Hasil dari kedua cara tersebut kemudian dianalisis serta dibandingkan antara dengan aktual waktu penyelesaian proyek. Berdasarkan penelitian ini didapatkan 2 metode untuk melakukan perbandingan yaitu analisis deterministik dan probabilistik. Dari hasil perencanaan secara deterministik menghasilkan waktu penyelesaian 371 hari dengan probabilitas kemungkinan terjadi menggunakan *normal distribution* dan *fitted distribution* sebesar 61,20% dan 54%. sedangkan untuk perhitungan analisis probabilistik menggunakan simulasi monte carlo menghasilkan jadwal proyek 389 hari dengan probabilitas penyelesaian pekerjaan sebesar 92,95% menggunakan *normal distribution* dan 94,23% menggunakan *fitted distribution*.
2. Hasil Penelitian Kartika, Suardika, dan Yuni (2022)
Penelitian ini berjudul “Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT dan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus: Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara)”. Dalam penelitian ini digunakan 2 perangkat lunak untuk membantu proses penelitian yaitu *Microsoft Project* dan program *@RISK*. Penelitian ini dilakukan dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan simulasi Monte Carlo untuk mendapatkan hasil optimis, pesimis, dan paling sering. Dari hasil perhitungan dengan metode PERT didapatkan durasi rata-rata selama 136 hari dengan probabilitas 51,54%. Simulasi Monte Carlo mendapatkan durasi rata-rata selama 133 hari dengan probabilitas sebesar 50,00%. Didapatkan hasil penjadwalan rencana proyek dengan durasi 138 hari dengan probabilitas 69,26% menggunakan metode PERT dan probabilitas 85,00% dengan simulasi Monte Carlo.
3. Hasil Penelitian Rahmadhani, Negara, dan Hasyim (2016)
Pada penelitian berjudul “Penerapan Metode Monte Carlo pada Penjadwalan Proyek Gedung Autis Center Kota Blitar Tahun 2013” ini menggunakan aplikasi bantu berupa *Microsoft Project* dan *crystall ball* untuk menganalisis penjadwalan. Analisis penjadwalan dilakukan dengan simulasi Monte Carlo untuk mendapatkan beberapa durasi yang disukai untuk terlaksananya Pembangunan Gedung Autis Center ini. Dari hasil penelitian dan perhitungan didapatkan durasi tercepat selama 108 hari dengan probabilitas 0,5%, durasi terlama selama 150 hari dengan probabilitas 100%, durasi paling sering selama 126 hari dengan probabilitas 43%, durasi mean selama 132 hari dengan probabilitas 68%, dan durasi rencana selama 120 hari dengan probabilitas sebesar 18%.

Beberapa hasil studi terdahulu yang menjadi acuan peneliti dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Hasil Studi Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
1	Vanessa Paramitha Teguh, Januar Budiman, Paul Nugraha	Analisis Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Simulasi Monte Carlo Studi Kasus: Pembangunan Rumah Tinggal di Pasuruan	- Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo - Menggunakan program bantu yang sama	- Penggunaan <i>normal distribution</i> dan <i>fitted distribution</i>
2	Ni Kadek Chandra Kartika, I Nyoman Suardika, Ni Kadek Sri Ebtha Yuni	Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT dan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus: Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara)	- Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo - Menggunakan program bantu yang salah satunya sama yaitu <i>Microsoft Project</i>	- Analisis menggunakan metode PERT - Program bantu yang berbeda dengan menggunakan <i>@RISK</i>
3	Muhammad Bachtiar Rahmadhani, Kartika P. Negara, M. Hamzah Hasyim	Penerapan Metode Monte Carlo pada Penjadwalan Proyek Gedung Autis Center Kota Blitar Tahun 2013	- Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo - Menggunakan program bantu yang sama - Menggunakan data kurva S	- Adanya data sekunder dari penjadwalan menggunakan metode PERT - Tidak menggunakan data WBS

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu (Santoso, 2003). Tujuannya adalah untuk mendapatkan metode atau cara teknis yang paling baik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil maksimal dalam hal ketepatan, kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja secara komprehensif (Siswanto & Salim, 2019).

Manajemen proyek sangat penting dalam menjalankan sebuah proyek. Dengan manajemen yang baik, proyek dapat berjalan sesuai rencana. Penjadwalan Proyek. Dalam manajemen proyek terdapat proses manajemen yang berlangsung, yaitu:

1. Perencanaan (Planning)

Perencanaan harus dibuahkan dengan cermat, lengkap, terpadu, dan dengan tingkat kesalahan paling minimal. Namun, hasil dari perencanaan bukanlah dokumen yang bebas dari koreksi karena sebagai acuan bagi tahapan pelaksanaan dan pengendalian, perencanaan harus terus disempurnakan secara *iterative* untuk menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi pada proses selanjutnya.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pada kegiatan ini dilakukan identifikasi dan pengelompokan jenis-jenis pekerjaan, menurut pendelegasian wewenang dan tanggung jawab personel serta meletakkan dasar bagi hubungan masing-masing unsur organisasi. Untuk menggerakkan organisasi, pimpinan harus mampu mengarahkan organisasi dan menjalin komunikasi antarpribadi dalam hierarki organisasi. Semua itu dibangkitkan melalui tanggung jawab dan partisipasi semua pihak. Struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan proyek dan kerangka penjabaran tugas personel penanggung jawab yang jelas, serta kemampuan personel yang sesuai keahliannya, akan diperoleh hasil positif bagi organisasi.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini adalah implementasi dari perencanaan yang telah ditetapkan, dengan melakukan tahapan pekerjaan yang sesungguhnya secara fisik atau nonfisik sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan. Karena kondisi perencanaan sifatnya masih ramalan dan subyektif serta masih perlu penyempurnaan, dalam tahap ini sering terjadi perubahan-perubahan dari rencana yang telah ditetapkan.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan penyimpangan paling minimal dan hasil paling memuaskan. Untuk itu dilakukan bentuk-bentuk kegiatan seperti berikut:

- a. Supervisi: Melakukan serangkaian Tindakan koordinasi pengawasan dalam batas wewenang dan tanggung jawab menurut prosedur organisasi yang telah ditetapkan, agar dalam operasional dapat dilakukan secara Bersama-sama oleh personel dengan kendali pengawas.
- b. Inspeksi: Melakukan pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan dengan tujuan menjamin spesifikasi mutu dan produk sesuai dengan yang direncanakan.
- c. Tindakan Koreksi: Melakukan perbaikan dan perubahan terhadap rencana yang telah ditetapkan untuk menyesuaikan dengan kondisi pelaksanaan.

2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Penjadwalan atau *schedulling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Husen, 2011). Penjadwalan proyek sangat krusial dalam proses pengerjaan suatu proyek, jika terjadi kesalahan pada perencanaan penjadwalan sebuah proyek tentunya akan berdampak ke sektor lain seperti pembiayaan. Oleh karena itu, menurut Faisal (2010) penjadwalan proyek memiliki beberapa tujuan dalam perencanaannya yaitu:

1. Mengetahui hubungan antar pekerjaan, baik mendahului maupun yang mengikuti.
2. Mengetahui durasi tiap pekerjaan dan durasi proyek.
3. Mengetahui waktu mulai dan waktu akhir setiap pekerjaan.
4. Sebagai alat penyediaan dan pengendalian sumber daya.
5. Sebagai alat *monitoring*, pengendalian, dan evaluasi proyek.

Penjadwalan proyek menunjukkan hubungan antar kegiatan proyek dan memberikan penjelasan tentang jadwal rencana dan sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya. Dengan adanya perencanaan penjadwalan yang baik, maka proses pengerjaan proyek dapat berjalan dengan baik dan lancar. Penjadwalan proyek sangat penting untuk menunjukkan

bagaimana tiap aktivitas berhubungan satu sama lain dan bagaimana semuanya berhubungan satu sama lain. Penjadwalan juga membantu mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja, uang, dan sumber daya proyek. Terdapat dua jenis penjadwalan yang dapat membantu perencanaan penjadwalan proyek, penjadwalan deterministik dan penjadwalan probabilitas.

2.3.1 Penjadwalan Deterministik

Metode yang paling sering digunakan dalam penjadwalan deterministik adalah ADM (*Arrow Diagram Method*) dan PDM (*Precedence Diagram Method*). Penjadwalan deterministik merupakan sebuah jaringan yang saling terhubung dengan dependensi yang menunjukkan tugas yang akan dilakukan, waktu yang diperlukan, dan rencana penyelesaian proyek; dengan kata lain, estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tersebut dianggap diketahui dengan pasti.

2.3.2 Penjadwalan Probabilistik

Penjadwalan probabilistik merupakan jaringan yang mengandung semua elemen rencana deterministik, tetapi jangka waktu yang dihitung sebagai variabel acak atau dengan mempertimbangkan ketidakpastian. Hal ini sesuai dengan karakteristik proyek konstruksi, yaitu tingkat risiko yang tinggi terhadap setiap perubahan, termasuk perubahan sistem politik, perubahan cuaca, kegagalan konstruksi, dan ketergantungan pihak lain. Contoh metode yang menggunakan penjadwalan probabilistik adalah PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan Simulasi Monte Carlo.

2.4 *Program Evaluation and Review Technique*

PERT atau *Program Evaluation and Review Technique* merupakan salah satu metode penjadwalan probabilistik karena PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainly*) yang tinggi pada aspek turun waktu kegiatan. PERT menggunakan pendekatan yang menganggap bahwa waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga perkiraan yang lebih baik diberi rentang (*range*), yaitu dengan menggunakan tiga angka estimasi. PERT juga memperkenalkan parameter tambahan untuk mencoba secara kuantitatif "mengukur" ketidakpastian tersebut, seperti varians dan "deviasi standar." Oleh karena itu, pendekatan ini memiliki cara khusus untuk menangani hal-hal yang memang terjadi secara nyata dan mengakomodasinya dalam berbagai bentuk perhitungan. PERT dapat membantu para manajer melakukan penjadwalan, pemantauan, serta pengendalian proyek-proyek besar dan kompleks (Heizer dkk, 2006). Sesuai penjelasan di atas, metode PERT menggunakan 3 estimasi waktu, yaitu:

1. Durasi optimis (*optimistic duration time*)
Durasi optimis yang biasanya dinotasikan dengan (a) merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan semuanya berjalan lancar. Waktu ini hanya menguntungkan sekali dalam seratus kali ketika kegiatan dilakukan dengan kondisi yang hampir sama.
2. Durasi paling sering (*most likely time*)
Durasi paling sering yang biasanya dinotasikan dengan (m) merupakan waktu yang paling sering atau paling sering terjadi jika kegiatan dilakukan berulang kali dengan kondisi yang hampir sama.
3. Durasi pesimis (*pessimistic duration time*)
Durasi pesimis yang biasanya dinotasikan dengan (b) merupakan waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. waktu demikian dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

Dalam menggunakan metode PERT sebagai metode perencanaan penjadwalan, diperlukan penentuan *time expected* (*te*), standar deviasi, dan varians.

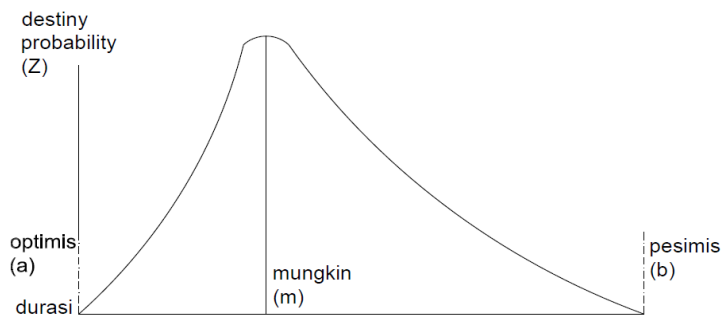
2.4.1 *Time expected*

Angka *te* atau *time expected* (durasi yang diharapkan) adalah rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang ulang dalam jumlah yang besar. Dalam menentukan *te* dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (*a*) dan pesimistik (*b*) adalah sama. Sedangkan jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling sering (*m*) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa di atas. Bila kurun waktu sesungguhnya bagi setiap pengulangan dan jumlah frekuensinya dicatat secara sistematis akan diperoleh kurva "beta distribusi". Kurva yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan berdasarkan penjelasan di atas, dapat dituliskan rumus dari *time expected* seperti berikut:

$$\mu = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- a = peristiwa optimis
- b = peristiwa pesimis
- m = peristiwa paling sering



Gambar 2.1 Kurva Distribusi Asimetris (beta)
(Sumber: Iriyanto, 2017)

2.4.2 Standar Deviasi dan Varians

Estimasi durasi kegiatan metode PERT memerlukan waktu yang relatif panjang dan tidak mudah diprediksi. Rentang waktu ini menunjukkan tingkat ketidakpastian yang terkait dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Besarnya angka yang diperlukan untuk *a* dan *b* menentukan berapa besar ketidakpastian ini. Parameter yang menjelaskan masalah ini dalam PERT disebut standar deviasi dan varians. Rumus yang digunakan untuk mencari standar deviasi dan varians adalah sebagai berikut:

- a. Standar Deviasi

$$\sigma_k = \frac{b - a}{6} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- a = peristiwa optimis
- b = peristiwa pesimis

b. Varians

$$\sigma_P = \sigma_k^2 \quad (2.3)$$

Keterangan:

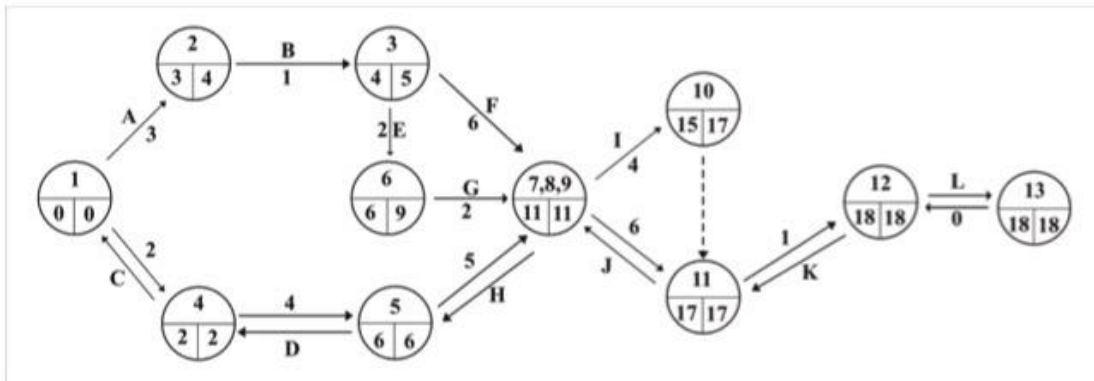
σ_k = Standar deviasi

2.5 Network Planning

NWP atau *Network planning* adalah suatu alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengawasi kemajuan dari suatu proyek (Nurhayati, 2010). *Network planning* merupakan sebuah jaringan kerja yang juga sebagai salah satu cara atau pedoman dalam merencanakan untuk pelaksanaan suatu proyek konstruksi selain *bar chart* dan kurva s. *Network planning* menggunakan pendekatan atau analisis waktu dan biaya yang digambarkan dalam bentuk diagram dan simbol. Menurut Handoko (2010), terdapat beberapa manfaat yang dapat membantu dalam perencanaan dan penjadwalan suatu proyek, yaitu:

1. Perencanaan suatu proyek yang kompleks.
2. *Scheduling* pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien.
3. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia.
4. *Scheduling* ulang untuk mengatasi hambatan dan keterlambatan.
5. Menentukan *trade off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya.
6. Menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek.

Dalam langkah membuat *network planning* yang benar, terdapat simbol dan aturan dalam menggambarkan sebuah *network planning* yang terbagi menjadi tiga yaitu anak panah, node (lingkaran), dan anak panah putus-putus. Untuk penggambaran lebih jelas mengenai *network planning*, dapat dilihat pada Gambar 2.2 yang disajikan di bawah ini.



Gambar 2.2 Contoh *Network Planning*
(Sumber: Ardian, 2015)

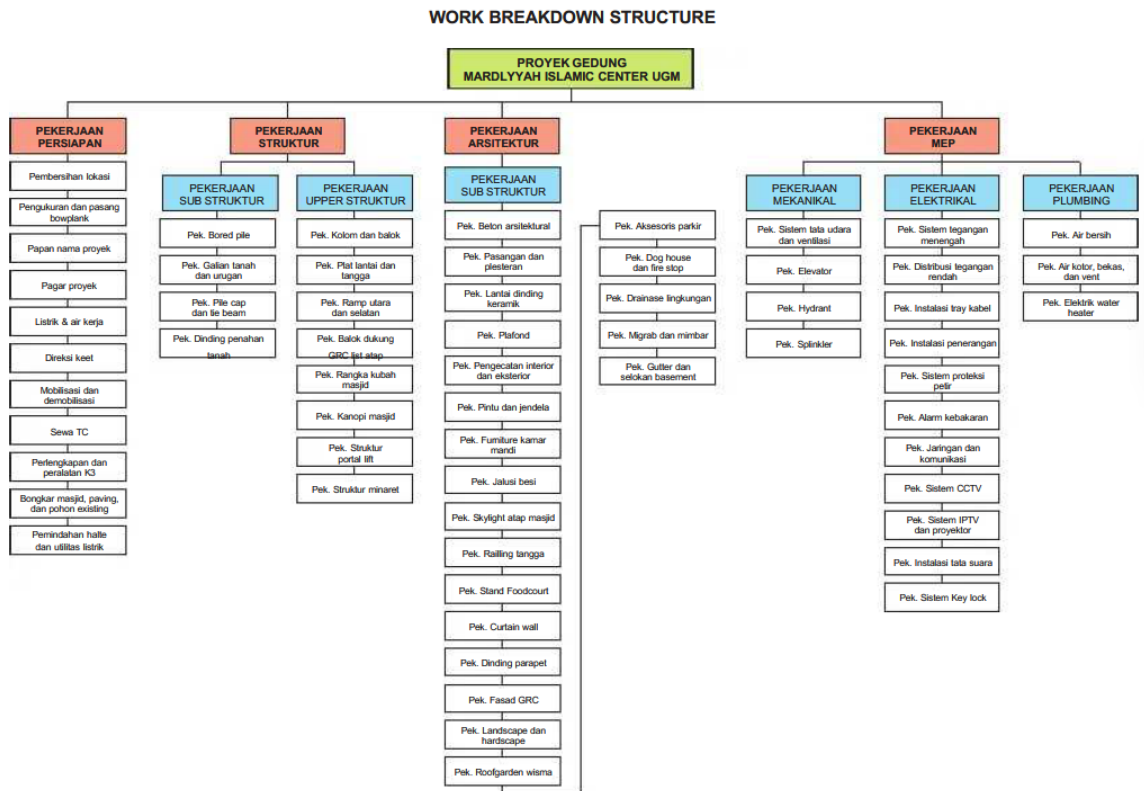
2.6 Work Breakdown Structure

Dalam melakukan sebuah perencanaan penjadwalan proyek yang baik, sangat penting dilakukan sebuah penurunan atau penjabaran lingkup pekerjaan yang akan dilakukan menjadi level terkecil sehingga memudahkan dalam proses pengelolaan dan pengendalian proyek. Hal ini disebut sebagai WBS atau *Work Breakdown Structure*. WBS (*Work Breakdown Structure*) adalah bagan perincian pekerjaan yang meliputi perlengkapan, tugas-tugas dan data yang dihasilkan dari usaha-usaha Teknik proyek selama pengembangan dan pelaksanaan, dan mendefinisikan program secara menyeluruh (Ervianto, 2004). WBS merupakan susunan pekerjaan yang lengkap yang digunakan selama tahap pengembangan dan pelaksanaan proyek. Biasanya, WBS berbentuk piramida dan menunjukkan aktivitas pekerjaan. Pada susunan

piramida ini, terdapat level-level pekerjaan yang lebih spesifik daripada level di atasnya. Susunan WBS tidak selalu konsisten untuk setiap proyek. Berikut adalah acuan untuk penyusunan WBS:

1. Susunan WBS dibuat bertingkat (level) menurut ketelitian spesifikasi pekerjaannya.
2. Susunan WBS dibuat berdasarkan penguraian yang diskrit dan logis.
3. Jumlah tingkat hierarki sesuai dengan kebutuhan tingkat pengelolaannya.
4. Jumlah elemen pekerjaan tiap hierarki sesuai dengan kebutuhan pengelolaannya.
5. Tiap elemen WBS diberi nomor, dengan penomoran yang sesuai dengan tingkat hierarkinya
6. Elemen pekerjaan dalam WBS merupakan terukur.

Berdasarkan penjelasan di atas, contoh dari bagan *Work Breakdown Structure* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh *Work Breakdown Structure*

(Sumber: Wang, 2016)

Adapun empat fungsi penting dari WBS terhadap manajemen proyek, berdasarkan pada Project Management Institute, yaitu:

1. Untuk mendefinisikan lingkup pekerjaan proyek yang harus dilaksanakan dan untuk mendetilkkan (decomposition) lebih jauh menjadi komponen-komponen yang penting untuk dikendalikan. Dekomposisi lingkup pekerjaan proyek tergantung pada kebutuhan manajemen untuk kontrol dengan representasi tingkat detil yang memadai pada WBS.
2. Untuk menyediakan kepada tim manajemen proyek dengan suatu framework dimana berdasarkan status proyek dan laporan progress.
3. Untuk memfasilitasi komunikasi antara manajer proyek dan stakeholder selama masa proyek. WBS dapat digunakan untuk mengkomunikasikan informasi yang terkait

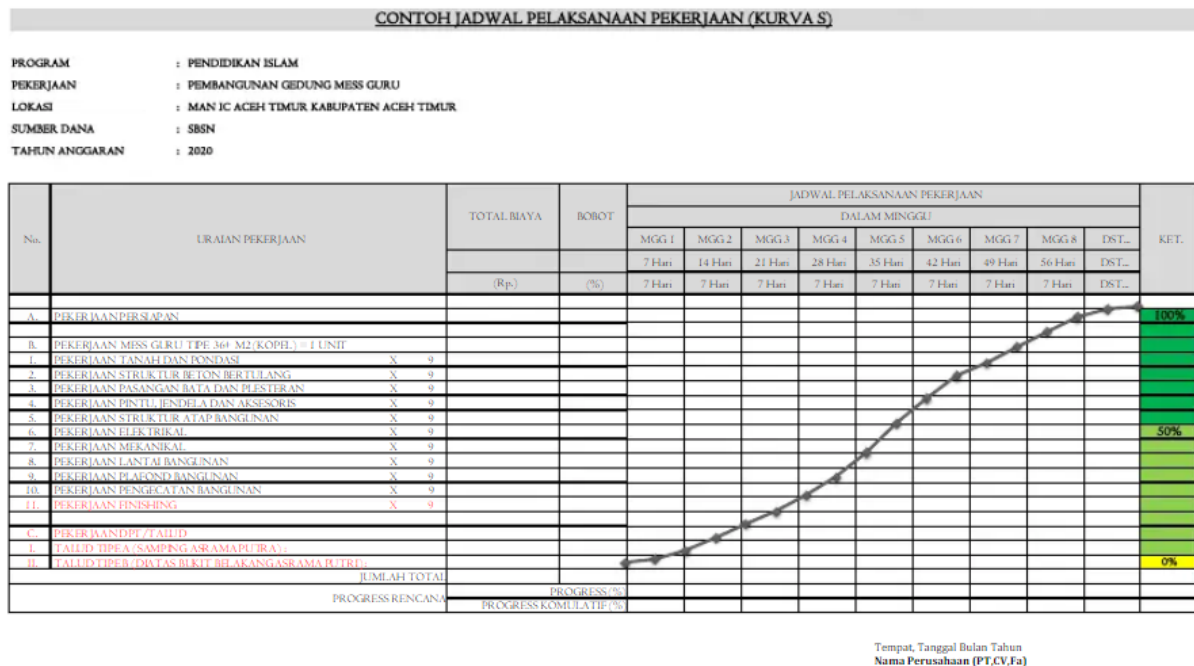
dengan lingkup pekerjaan. Kombinasi WBS dengan data tambahan lain dapat dilah menjadi schedule, risiko, performance, ketergantungan, dan biaya.

- Sebagai input utama yang akurat untuk proses manajemen proyek dan tujuan lainnya seperti definisi aktifitas, network diagram, schedule program dan proyek, laporan performance, analisis risiko dan mitigasinya, alat kendali, atau organisasi proyek.

2.7 Kurva S

Kurva S atau *Hanumm curve* adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Kurva S terdiri dari dua grafik yaitu grafik yang merupakan rencana dan grafik yang merupakan realisasi pelaksanaan. Formulasi kurva S adalah penjumlahan persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode diantara durasi proyek dan diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga jika garis-garis tersebut dihubungkan, maka akan membentuk huruf S (Husen, 2009). Kurva S merupakan salah satu metode perencanaan dan pengendalian waktu proyek yang banyak digunakan dalam perencanaan dan *monitoring schedule* pelaksanaan proyek.

Kurva S digunakan hampir di semua proyek, baik pemerintah maupun swasta. Kurva S memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan. Keunggulan dari penggunaan kurva S adalah bahwa metodenya mudah dipahami dan sangat bermanfaat sebagai alat perencana dan komunikasi. Kelemahan dari penggunaan kurva S adalah bahwa itu tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan antara satu kegiatan lainnya, sehingga sulit untuk mengetahui dampak dari keterlambatan pada jadwal keseluruhan proyek dan sulit untuk melakukan perbaikan yang diperlukan. Untuk lebih mudah menggambarkan seperti apa kurva S dibuat, dapat contoh kurva S yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Contoh Kurva S
(Sumber: Rama, 2016)

2.8 Risiko dan Ketidakpastian dalam Proyek

Istilah ketidakpastian dan risiko sering dianggap dua istilah yang sama. Namun, kedua istilah tersebut sebenarnya berbeda. Ketidakpastian mengacu pada pengertian risiko yang tidak diperkirakan (*unexpected risk*), sedangkan istilah risiko itu sendiri mengacu kepada risiko yang diperkirakan (*expected risk*) (Suryanto, 2019). Di dunia ini, hampir semua aktivitas kita menghadapi banyak ketidakpastian, dan ketidakpastian ini akan menghasilkan risiko. Begitupun yang terjadi pada sebuah proyek. Banyak risiko dan ketidakpastian yang terjadi dalam sebuah proyek. Dalam proyek, ketidakpastian didefinisikan sebagai informasi yang tidak memadai tentang kapan kegiatan proyek akan mencapai tujuan proyek (McLain, 2009). Berkebalikan dengan risiko, menurut PMBOK atau *Project Management Body of Knowledge* edisi ke 6 menjelaskan bahwa risiko dalam proyek didefinisikan sebagai suatu peristiwa atau kondisi tidak pasti yang jika terjadi memiliki efek positif (peluang) atau negatif (ancaman) pada satu atau lebih tujuan proyek. Risiko memiliki dua dimensi utama, yaitu dimensi ketidakpastian yang dapat dijelaskan dengan menggunakan istilah “probabilitas” dan efeknya yang dapat disebut “dampak”.

2.9 Risk Assesment

Dalam sebuah proyek, mustahil sebuah risiko tidak terjadi sama sekali. Risiko yang terjadi di lapangan pastinya memiliki skala atau dampak yang besar dengan probabilitas kemungkinan terjadi yang berbeda-beda. Risiko merupakan variasi dalam hal-hal yang mungkin terjadi secara alami didalam suatu situasi (Fisk, 2014). Perlu dilakukannya sebuah manajemen proyek yang merupakan manajemen risiko untuk membantu mengevaluasi kejadian yang terjadi agar dapat melakukan langkah mitigasi. Manajemen proyek, yang dimaksud manajemen risiko proyek adalah seni dan ilmu untuk mengidentifikasi, menganalisis dan merespon risiko selama umur proyek dan tetap menjamin tercapainya tujuan proyek (Santosa, 2009). Zavadskas, dkk (2010) mengkategorikan risiko menjadi 3 bentuk identifikasi risiko yaitu *internal risk*, *project risk*, dan *external risk*. Identifikasi risiko dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Identifikasi Risiko

Internal (<i>Internal Risk</i>)	Proyek (<i>Project Risk</i>)	Eksternal (<i>External Risk</i>)
Sumber Daya	Waktu	Politik
Anggota Proyek	Biaya	Ekonomi
Lapangan	Kualitas Pekerjaan	Sosial
Dokumen dan Informasi	Konstruksi	Cuaca
	Teknologi	

Selain mengetahui sumber penyebab sesuatu terjadi di lapangan, menurut ISO 31000 (2009) elemen-elemen yang terkandung dalam sebuah matriks penilaian risiko terbagi menjadi 5, yaitu:

1. *Level of risk*

Besarnya risiko, atau gabungan risiko, yang ditunjukkan dalam bentuk gabungan dari akibat dan probabilitas risiko.

2. *Likelihood*
kemungkinan sesuatu dapat terjadi, bisa saja didefinisikan, diukur atau ditentukan secara objektif dan subjektif, maupun secara kuantitatif dan kualitatif.
3. *Probability*
mengukur kemungkinan terjadi yang dinyatakan dengan angka antara 0 sampai dengan 1, dimana 0 adalah tidak mungkin terjadi dan 1 adalah mutlak pasti terjadi.
4. *Frequency*
angka terjadinya suatu kejadian atau output yang muncul yang dinyatakan dengan periode waktu tertentu.
5. *Consequence*
sesuatu yang muncul didalam aktivitas atau kegiatan dan mempengaruhi tujuan dari kegiatan tersebut. Konsekuensi bisa ada atau mungkin ada, dapat memiliki dampak yang positif ataupun negatif. Konsekuensi dapat dinyatakan secara kuantitatif ataupun kualitatif.

Penilaian risiko yang mengacu pada AS/NZS 4360 (2004) mengkategorikan risiko menjadi 5 level kemungkinan risiko tersebut terjadi (*likelihood*) yang tertuang sebagai matriks penilaian risiko seperti pada Gambar 2.5 dan keterangan pada matriks memiliki tingkat kemungkinan yang berbeda-beda seperti yang tertera pada Tabel 2.3. Perbedaan intensitas terjadinya risiko dan risiko yang terjadi di lapangan yang dapat menyebabkan variasi perbedaan durasi yang terjadi.

		Severity				
		Negligible (1)	Minor (2)	Moderate (3)	Major (4)	Extreme (5)
Likelihood	Almost Certain (5)	M	H	H	E	E
	Likely (4)	M	M	H	H	E
	Possible (3)	L	M	M	H	H
	Unlikely (2)	L	M	M	M	H
	Rare (1)	L	L	L	M	M

Gambar 2.5 Matriks Penilaian Risiko
(Sumber: AS/NZ 4360, 2004)

Tabel 2.3 Skala *Likelihood*

Skala	Likelihood	Keterangan
5	Almost Certain	Terjadi setiap saat
4	Likely	Sering terjadi
3	Possible	Terjadi pada kondisi tertentu
2	Unlikely	Jarang terjadi, jika terjadi kemungkinannya kecil
1	Rare	Hampir tidak pernah terjadi

2.10 Probabilitas

Untuk memperhitungkan ketidakpastian, perlu memahami teori peluang. Kondisi ketidakpastian ini biasa disebut sebagai probabilitas. Menurut Soedibjo (2010) peluang adalah suatu cara untuk menyatakan kesempatan terjadinya suatu peristiwa. Derajat atau tingkat kepastian atau keyakinan dari munculnya hasil percobaan statistik disebut probabilitas atau peluang (Boediono, 2014). Berdasarkan dua definisi tersebut, probabilitas atau peluang pada dasarnya memberikan nilai atau besaran pada sebuah kejadian yang masih dalam ruang lingkup pembicaraan. Dengan kata lain, probabilitas atau peluang adalah kemungkinan terjadinya suatu

kejadian yang diwakili dalam bentuk nilai atau besaran. Mengetahui tentang probabilitas tentunya memberikan banyak manfaat, salah satunya adalah membantu mengambil keputusan yang tepat. Dalam probabilitas, terdapat tiga hal penting yang perlu diketahui yaitu:

1. Percobaan (*experiment*): Aktivitas yang menghasilkan sebuah peristiwa.
2. Hasil (*outcome*): Suatu hasil dari sebuah percobaan.
3. Peristiwa (*event*): Berupa Kumpulan dari satu atau lebih hasil yang terjadi dari sebuah percobaan atau kegiatan.

2.11 Distribusi Probabilitas

Distribusi Probabilitas, juga dikenal sebagai tabel distribusi peluang, adalah daftar seluruh kemungkinan hasil dari suatu percobaan yang disertai dengan peluang atau probabilitas masing-masing hasil. Distribusi Probabilitas menunjukkan apa yang mungkin terjadi, bukan apa yang sebenarnya terjadi. Tabel yang berisikan peluang dari setiap kemungkinan hasil percobaan disebut tabel distribusi probabilitas atau tabel distribusi peluang. Distribusi probabilitas terbagi menjadi dua jenis yaitu distribusi probabilitas diskrit dan distribusi probabilitas kontinu. Jika kemungkinan hasil dari suatu percobaan berupa variabel acak diskrit maka jenis distribusinya adalah distribusi probabilitas diskrit. Sedangkan jika kemungkinan hasil dari suatu percobaan merupakan variabel acak kontinu maka jenis distribusinya adalah distribusi probabilitas kontinu.

Distribusi probabilitas diskrit adalah daftar atau distribusi di mana setiap nilai diambil oleh variabel random dengan probabilitas tertentu. Variabel diskrit adalah kumpulan nilai yang dapat dihitung yang tidak terbatas atau tidak terbatas. "Dihitung" berarti bahwa variabel random dapat dicacah dengan menggunakan angka 1, 2, 3, dan seterusnya. Sedangkan, distribusi probabilitas kontinu adalah daftar atau sebaran probabilitas dari setiap nilai variabel random Kontinu. Variabel random Kontinu adalah variabel random dengan interval (baik terbatas maupun tidak terbatas) dalam suatu jarak dari bilangan nyata (Montgomery, 2011). Nilai yang dapat diukur dan tidak dapat dihitung termasuk dalam kategori variabel random kontinu. Tinggi badan, berat badan, suhu, dan waktu adalah beberapa contoh distribusi probabilitas kontinu. Sehingga penjadwalan termasuk kedalam distribusi probabilitas kontinu. Untuk distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan adalah distribusi normal, triangular, uniform, dan beta.

2.11.1 Distribusi Normal

Salah satu jenis distribusi variabel acak kontinu adalah distribusi normal, yang memiliki kurva berbentuk lonceng atau grafik dan memiliki fungsi probabilitas yang menunjukkan variasi atau penyebaran distribusi. Fungsi ini juga akan dibuktikan dengan menggunakan grafik simetris atau kurva lonceng di masa mendatang. Kurva sebagai penanda distribusi ini akan memuncak pada bagian tengah hingga melandai pada kedua sisi dengan persamaan nilai yang bersifat setara. Teori distribusi ini dianggap penting karena beberapa alasan, seperti meningkatkan objektivitas penilaian, membantu menempatkan anggota yang paling tepat ke dalam kelompok tertentu, melakukan evaluasi nilai, atau mengelompokkan data menurut kriteria yang sama, dengan tujuan mencegah bias atau penilaian condong pada satu kategori.

Distribusi jenis ini menggunakan dua jenis parameter yaitu *mean* atau rata-rata standar deviasi hingga simpangan baku. Nilai rata-rata biasanya digunakan sebagai pusat distribusi atau penyebaran nilai lain, yang kemudian digunakan untuk menentukan di mana titik puncak dalam kurva lonceng. Nilai lain yang sengaja dibuat menyebar mengikuti rata-rata. Perhitungan variabilitas yang berfungsi sebagai penentu lebar kurva distribusi normal dikenal sebagai standar deviasi. Standar ini dapat menghitung seberapa jauh kecenderungan data berkembang hingga melebar dari nilai rata-rata sebagai titik pusat, menunjukkan selisih umum atau jarak antara mean dan data lain yang diuji coba. Nilai parameter yang relevan untuk populasi dihitung

dengan membandingkan rata-rata, deviasi standar, dan perkiraan sampel. Untuk menandai parameter dalam distribusi normal, ahli statistik akan menggunakan simbol Yunani μ (mu) untuk mean populasi dan σ (sigma) untuk deviasi standar populasi. Karena umumnya tidak memungkinkan untuk menghitung populasi secara keseluruhan, parameter populasi umumnya tidak diketahui. Untuk menghitung estimasi parameter dari sampel secara acak, ahli statistik dapat menggunakan estimasi sampel dari parameter dengan menggunakan \bar{x} untuk mean sampel dan s untuk deviasi standar sampel. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dilihat contoh dari grafik distribusi normal pada Gambar 2.5 dan fungsi dari distribusi normal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\sigma\pi}} e^{\left(\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)}, -\infty < x < \infty \quad (2.4)$$

Keterangan:

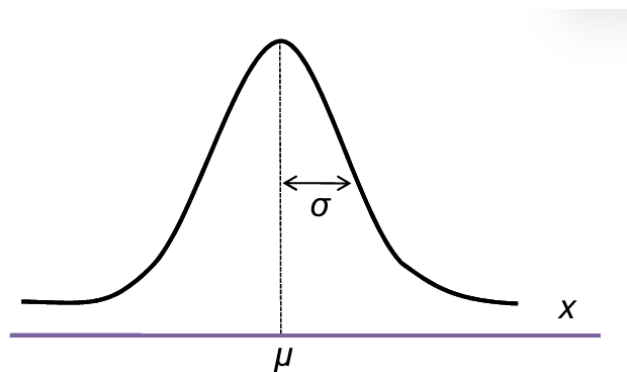
$e = 2,75408$

$\pi = 3,14159$

μ = rata-rata populasi

σ = standar deviasi

x = rata-rata sampel



Gambar 2.6 Grafik Distribusi Normal
(Sumber: Kissell dkk, 2017)

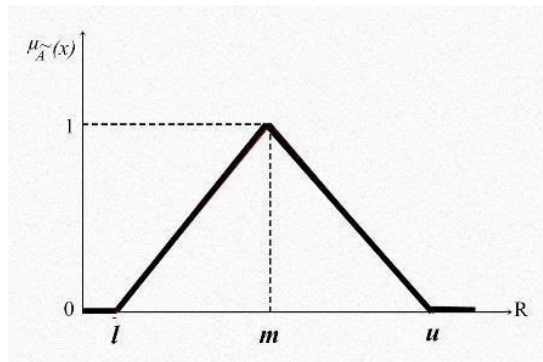
2.11.2 Distribusi Triangular

Distribusi Triangular merupakan distribusi kontinu dengan tiga parameter yaitu nilai minimum a , nilai maksimum b , dan nilai yang paling sering terjadi m dengan $a \leq m \leq b$. Distribusi Triangular dilambangkan dengan *Triangular* (a,m,b) (Okagbue dkk, 2014). Distribusi triangular atau bisa disebut distribusi segitiga, juga disebut sebagai distribusi "kurangnya pengetahuan", terjadi ketika ada hubungan yang diketahui antara data variabel tetapi data yang tersedia relatif sedikit untuk melakukan analisis statistik lengkap. Hal ini sering digunakan dalam simulasi ketika sedikit yang diketahui tentang proses pembuatan data. Distribusi segitiga adalah distribusi ideal ketika data yang ada hanyalah nilai maksimum dan minimum, serta hasrat. Ini sering digunakan untuk menganalisis keputusan yang dibuat oleh perusahaan. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dilihat contoh dari grafik distribusi triangular pada Gambar 2.6 dan fungsi dari distribusi triangular dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f(x; a, b, c) = \begin{cases} \frac{2(x - a)}{(b - a)(c - a)} & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ \frac{2(c - x)}{(b - a)(b - c)} & \text{untuk } b < x \leq c \end{cases} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- a = nilai minimum
- m = nilai maksimum
- b = nilai modus
- x = nilai dari data



Gambar 2.7 Grafik Distribusi Triangular
(Sumber: Hermansah, 2018)

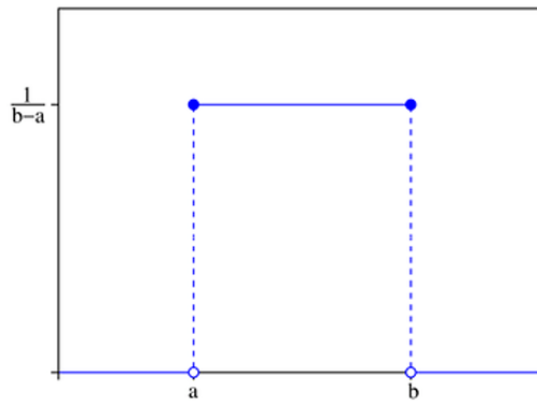
2.11.3 Distribusi Uniform

Distribusi uniform atau seragam adalah distribusi statistik yang paling sederhana. Konsep distribusi seragam, serta variabel acak yang dijelaskannya, menjadi dasar analisis statistik dan teori probabilitas. Distribusi uniform ini merupakan sebuah distribusi probabilitas yang mempunyai probabilitas yang sama untuk semua kemungkinan variabel random yang muncul. Terdapat batas interval a dan b dimana proporsi probabilitas sepanjang interval (a,b) adalah sama. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dilihat contoh dari grafik distribusi uniform pada Gambar 2.7 dan fungsi dari ditribusi uniform dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{(b - a)} & \text{jika } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{jika } x \text{ selainnya} \end{cases} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- a = nilai minimum
- b = nilai maksimum
- x = nilai dari data

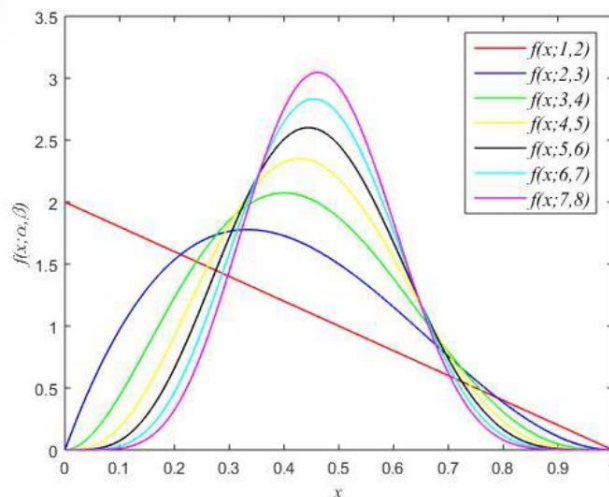


Gambar 2.8 Grafik Distribusi Uniform
(Sumber: Bahan Kuliah II2092 Probabilitas dan Statistik ITB, Rinaldi Munir)

2.11.4 Distribusi Beta

Distribusi beta merupakan sebuah penjabaran dari distribusi uniform. Distribusi beta adalah jenis distribusi probabilitas yang mewakili semua kemungkinan nilai probabilitas. Dalam probabilitas dan statistik, distribusi beta dianggap sebagai distribusi probabilitas kontinu yang ditentukan oleh dua parameter positif. Ini adalah jenis distribusi probabilitas yang digunakan untuk mewakili hasil atau perilaku acak dalam proporsi atau persentase. Distribusi Beta adalah distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan untuk memodelkan ketidakpastian probabilitas keberhasilan suatu eksperimen. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dilihat contoh dari grafik distribusi beta pada Gambar 2.8 dan fungsi dari ditribusi beta dapat dituliskan sebagai berikut:

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 y^{\alpha-1}(1 - y)^{\beta-1} dy = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha + \beta)}, \text{ untuk } \alpha, \beta > 0 \quad (2.7)$$



Gambar 2.9 Grafik Distribusi Beta
(Sumber: Warella, 2021)

2.12 Simulasi Monte Carlo

John von Neumann dan Stanislaw Ulam membuat simulasi Monte Carlo, juga dikenal sebagai metode Monte Carlo, pada tahun 1940-an. Metode ini dinamakan seperti lokasi perjudian terkenal di Monako karena memiliki fitur acak yang mirip dengan permainan roulette. Simulasi Monte Carlo merupakan simulasi tipe probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan *sampling* dari proses acak. Menurut Kalos dan Whitlock (2008) simulasi Monte Carlo merupakan teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. Simulasi Monte Carlo ini digunakan sebagai langkah antisipasi dari ketidakpastian yang terjadi pada sebuah proyek untuk menentukan durasi penjadwalan proyek. Simulasi Monte Carlo digunakan dalam bidang manajemen proyek untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi. Monte Carlo lebih jelas daripada prakiraan deterministik karena memberikan beberapa hasil potensial dan kemungkinan dari kumpulan besar sampel data acak. Simulasi Monte Carlo berfokus pada pengulangan sampel acak secara terus-menerus. Ini dilakukan dengan mengambil variabel dengan ketidakpastian dan memberinya nilai acak. Kemudian model dijalankan dan hasilnya diberikan. Sambil menghasilkan berbagai nilai yang berbeda untuk variabel tertentu, proses ini diulangi berulang kali. Untuk menghasilkan perkiraan, hasil simulasi dirata-ratakan. Keunggulan dari menggunakan simulasi Monte Carlo adalah dapat memprediksi kemungkinan-kemungkinan yang mungkin akan terjadi dari banyaknya sampel yang dimiliki. Guna membantu proses sampling dari simulasi ini dapat menggunakan beberapa rumus yaitu dengan menghitung rata-rata, standar deviasi, *absolute error*, dan jumlah iterasi.

1. Rata-rata durasi optimis, pesimis, dan paling sering
Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai rata-rata hasil durasi setiap item pekerjaan berdasarkan hasil kuesioner.

$$\bar{x} = \frac{a + m + b}{n} \quad (2.8)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_1}{n} \quad (2.9)$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata estimasi durasi yang digunakan

a = Durasi optimis

m = Durasi paling sering

b = Durasi pesimis

n = Jumlah durasi

2. Nilai standar deviasi
Standar deviasi digunakan untuk mengukur seberapa jauh atau dekat nilai data dengan nilai rata-ratanya.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.10)$$

Keterangan:

n = Jumlah responden

x_i = Jumlah estimasi waktu hasil wawancara

\bar{x} = Rata-rata estimasi durasi yang digunakan

3. *Absolute error*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengukur ketepatan dalam perkiraan dalam melakukan perhitungan probabilitas, karena adanya kemungkinan kesalahan hasil nilai yang dihasilkan dan yang ada di lapangan.

$$\varepsilon = 0,02 \times \bar{x} \quad (2.11)$$

Keterangan:

ε = Nilai *absolute error*

\bar{x} = Rata-rata estimasi durasi yang digunakan

4. Jumlah iterasi

Iterasi adalah proses pengulangan perintah atau percobaan dengan tujuan menghasilkan berbagai hasil yang kemudian dapat dipilih sebagai hasil atau modus yang paling umum.

$$N = \left(\frac{3 \times \sigma}{\varepsilon} \right)^2 \quad (2.12)$$

Keterangan:

N = Jumlah iterasi

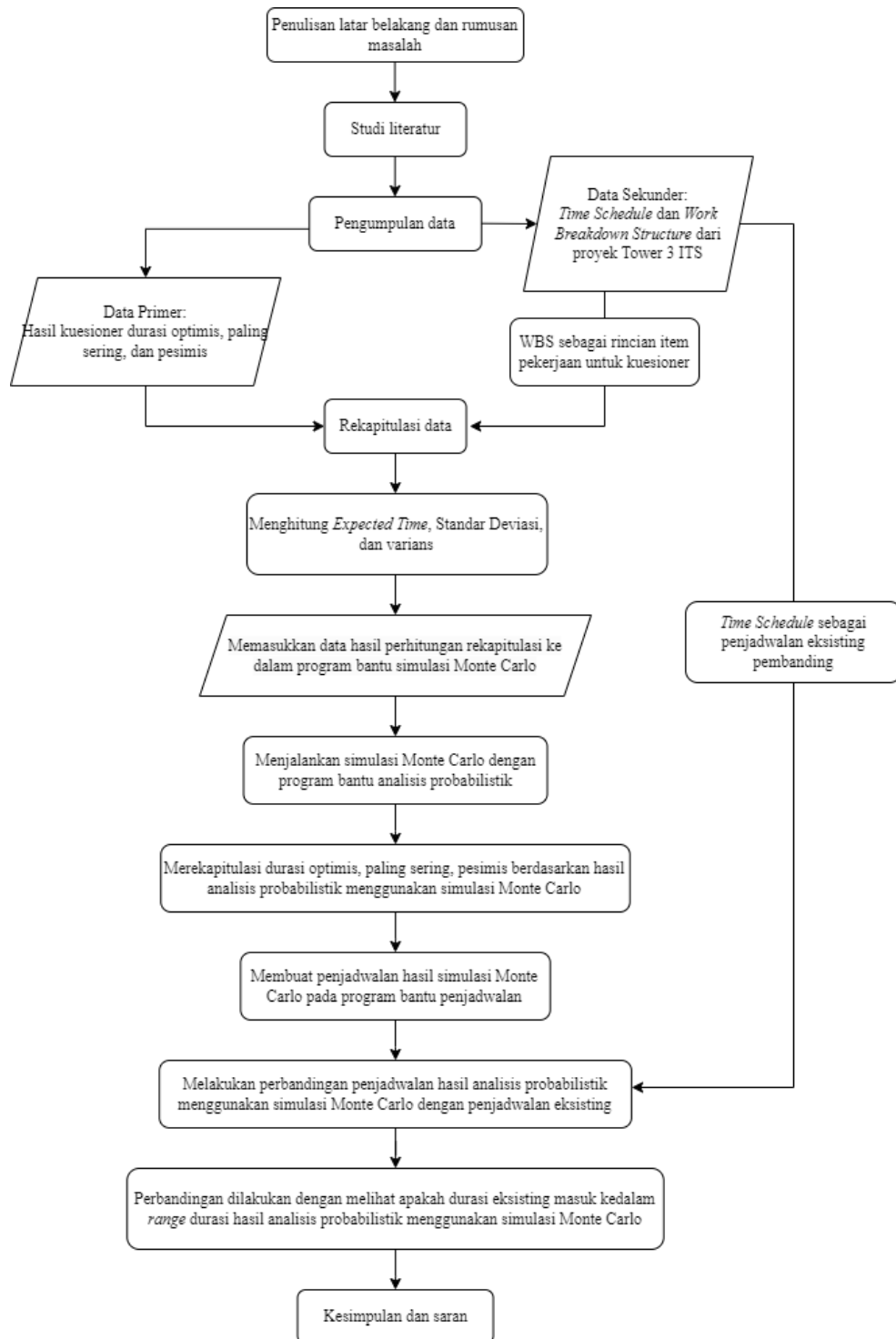
σ = Standar deviasi

ε = Nilai *absolute error*

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir

Dalam proses penelitian tugas akhir ini, terdapat beberapa tahapan pelaksanaan di dalamnya yang menjadi acuan peneliti untuk menyelesaikan tugas akhir. Tahapan pelaksanaan tugas akhir dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Sesuai diagram alir pelaksanaan penelitian yang disajikan pada Gambar 3.1, rincian dari pelaksanaan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan latar belakang penelitian
Latar belakang penelitian ini karena adanya masalah keuangan jika terjadi keterlambatan ataupun memerlukan biaya yang banyak jika waktu pekerjaan terlalu cepat.
2. Penyusunan rumusan masalah
Perumusan masalah yang diambil untuk penelitian ini, yaitu:
 - a. Berapakah durasi optimis, paling sering, dan pesimis dari proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya berdasarkan analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo?
 - b. Bagaimana perbandingan antara durasi eksisting proyek pembangunan Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya menggunakan analisis deterministik dengan hasil penjadwalan menggunakan analisis probabilistik?
3. Penyusunan tinjauan pustaka
Untuk menyusun laporan penelitian, penting untuk membaca literatur yang relevan dengan topik penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengumpulkan teori dan konsep dasar yang akan digunakan dalam penelitian guna membantu peneliti guna melakukan analisis penelitian.
4. Pengumpulan data
Pengumpulan data membutuhkan data primer dan data sekunder. Data primer dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada pihak di luar proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya untuk mendapatkan pandangan lain untuk menjawab perkiraan durasi pesimis, paling sering, dan optimis. Sedangkan data sekunder dilakukan pengambilan *time schedule* yang tertuang pada kurva S dan *Work Breakdown Structure* yang terdapat pada *Bill of Quantity* melalui *owner* proyek.
5. Pengolahan data
Rekapitulasi data dilakukan setelah mendapatkan data primer dan sekunder dengan menentukan durasi tercepat sebagai durasi optimis, durasi yang paling banyak muncul sebagai durasi yang paling sering, dan durasi terlama sebagai durasi pesimis. Dengan data yang didapat akan dihitung *Time expected*, standar deviasi, dan varians. Data durasi tersebut akan digunakan menjadi variabel untuk dimasukkan ke dalam program bantu simulasi Monte Carlo.
6. Analisis data
Analisis data dilakukan setelah melakukan pengolahan data dengan memasukkannya ke dalam program bantu simulasi Monte Carlo. Berdasarkan hasil proses simulasi akan didapatkan durasi optimis, paling sering, dan pesimis dari setiap item pekerjaan dan keseluruhan pekerjaan. Keseluruhan total durasi akan dilakukan perbandingan antara durasi hasil analisis probabilistik dengan durasi eksisting proyek yang menggunakan analisis deterministik.
7. Kesimpulan dan saran
Setelah melakukan analisis dan mendapatkan hasil berupa durasi penjadwalan, dapat ditarik kesimpulan dan saran pada penelitian ini.

3.2 Data Penelitian

Sumber data yang digunakan untuk membantu dalam melakukan penelitian ini dibagi menjadi dua jenis data, yaitu:

1. Data Primer

Data yang didapatkan secara langsung dari subjek penelitian berupa data asli. Data primer memiliki nilai yang sangat penting dalam penelitian karena merupakan sumber data yang paling akurat dan dapat diandalkan. Data primer yang akan diambil pada penelitian ini adalah dengan memberikan kuesioner tentang penjadwalan atau perkiraan durasi proyek kepada 6 responden yang terdiri dari 3 orang *Project Manager*, 1 orang *Head of Quality Control*, dan 2 orang *Engineering Staff* untuk mengisi kuesioner yang telah diberikan. Hasil kuesioner yang telah diisi akan menjadi data primer peneliti yang dapat membantu peneliti menyelesaikan penelitian. Draft kuesioner yang akan diisi oleh responden dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari data yang sudah ada dan disusun berdasarkan pengaturan tertentu untuk memudahkan penelitian. Data sekunder yang akan diambil sebagai acuan penelitian dalam penelitian ini berupa *time schedule* yang biasanya termuat dalam Kurva S proyek dan *Work Breakdown Structure* dari proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya.

3.3 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data menjabarkan secara runtut mulai dari proses pengumpulan data, pengolahan data, dan diakhiri dengan proses menganalisis data yang didapatkan dengan menjelaskan *input* dan *output* dari setiap tahapan yang dilakukan.

3.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan data penelitian yang akan digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui kuesioner seperti yang terlampir pada Tabel 3.1 yang akan diberikan kepada 6 (enam) orang responden diluar proyek Tower 3 ITS berupa durasi pesimis, paling sering, dan optimis. Nantinya peneliti akan menghubungi beberapa orang untuk dimintai kebersediaannya sebagai responden untuk mengisi kuesioner. Data sekunder didapatkan melalui *owner* dengan menghubungi pihak PPK ITS dan mendatangi untuk meminta persetujuan secara langsung untuk meminta data yang dibutuhkan berupa *time schedule* yang termuat pada kurva S dan *Work Breakdown Structure* pada *Bill of Quantity* proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya. Rincian item pekerjaan pada BoQ akan menjadi acuan item pekerjaan yang akan dimasukkan ke dalam draft kuesioner.

3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan merekapitulasi data durasi yang telah didapat dari hasil kuesioner yang telah diisi oleh responden. Data yang didapatkan akan digambarkan dalam bentuk *range* durasi optimis, paling sering, dan pesimis. Langkah selanjutnya adalah melakukan proses perhitungan untuk membantu proses simulasi pada program bantu untuk dapat menjalankan simulasi. Karena banyaknya sampel yang didapatkan melalui kuesioner dan untuk kebutuhan variabel untuk dimasukkan kedalam program bantu, maka perhitungan akan dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut:

1. Menghitung *time expected* atau t_e dari *range* durasi setiap item pekerjaan yang telah diisikan responden menggunakan persamaan (2.1)
2. Setelah *time expected* dari setiap durasi hasil kuesioner, maka akan dihitung nilai standar deviasi sebagai tolak ukur seberapa jauh atau dekat nilai data dengan rata-ratanya menggunakan persamaan (2.2) dan varians menggunakan persamaan (2.3).

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan setelah semua data siap adalah melakukan simulasi dengan menggunakan program bantu analisis probabilistik untuk memunculkan angka-angka *random*.

3.3.3 Analisis Data

Tahapan pengolahan data yang terakhir dilakukan adalah proses analisis data. Proses analisis data terbagi menjadi dua tahap yaitu proses simulasi Monte Carlo dan perbandingan penjadwalan probabilistik dengan penjadwalan deterministik.

1. Proses simulasi Monte Carlo

Analisis data dilakukan dengan program bantu simulasi Monte Carlo. Berdasarkan hasil perhitungan pada tahap pengolahan data, data-data tersebut akan menjadi variabel yang akan dimasukkan ke dalam program bantu tersebut. Pada program bantu ini, akan dilakukan analisis pada data-data tersebut dengan melakukan simulasi Monte Carlo. Program bantu analisis probabilistik yang digunakan akan mengkalkulasikan variabel-variabel dengan memunculkan angka-angka *random* dari data yang telah didapatkan dengan proses berulang sampai mendapatkan modus tertentu dan mendapatkan hasil akhir berupa durasi optimis, paling sering, dan pesimis dari setiap item pekerjaan struktur pada proyek pembangunan Tower 3 ITS. Setelah melakukan analisis dengan menjalankan simulasi Monte Carlo menggunakan program bantu, akan digunakan juga program bantu penjadwalan untuk menyusun penjadwalan hasil proses analisis probabilistik. Perencanaan penjadwalan pada program bantu tersebut akan dilakukan dengan menyesuaikan *sequencing* pada jadwal eksisting menggunakan data durasi hasil analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo.

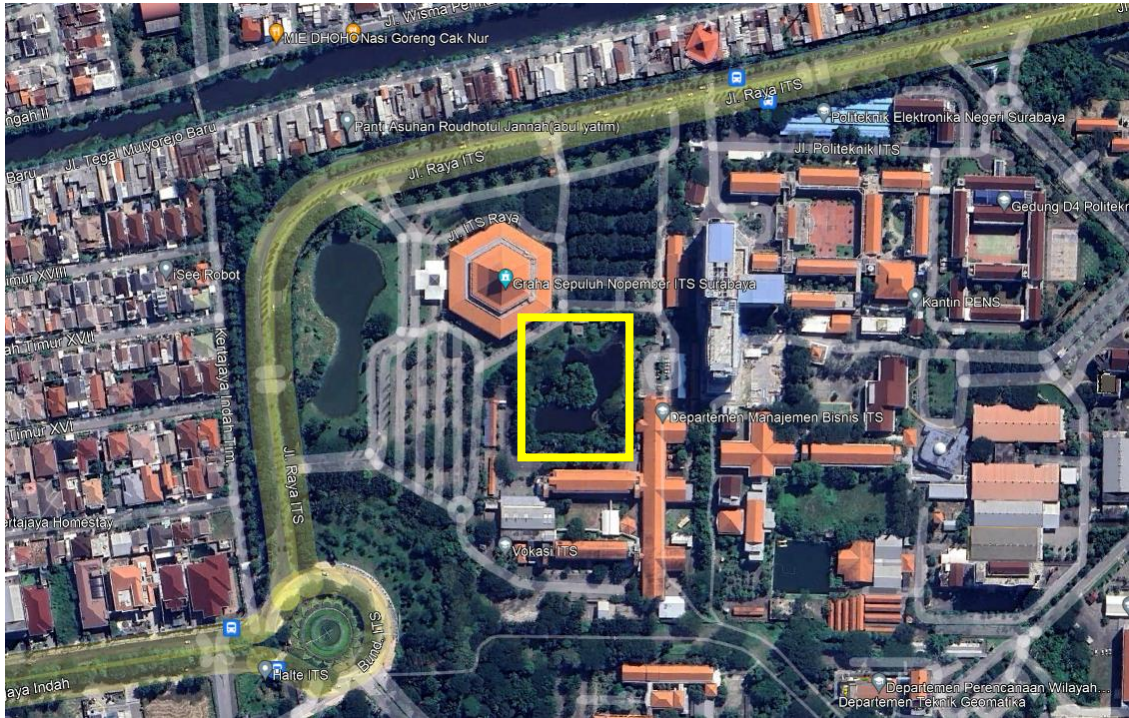
2. Perbandingan penjadwalan probabilistik dengan penjadwalan deterministik

Analisis data yang kedua merupakan langkah terakhir yang dilakukan, yaitu membandingkan penjadwalan hasil analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo dengan penjadwalan eksisting proyek yang menggunakan analisis deterministik. Perbandingan dilakukan dengan melihat apakah durasi eksisting proyek pembangunan Tower 3 ITS Surabaya masuk ke dalam *range* durasi hasil analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Umum Proyek

Objek penelitian yang digunakan adalah proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya yang berlokasi di Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur seperti yang terlihat pada Gambar 3.2. Data umum proyek yang digunakan sebagai objek penelitian ini dapat dilihat pada rincian sebagai berikut:

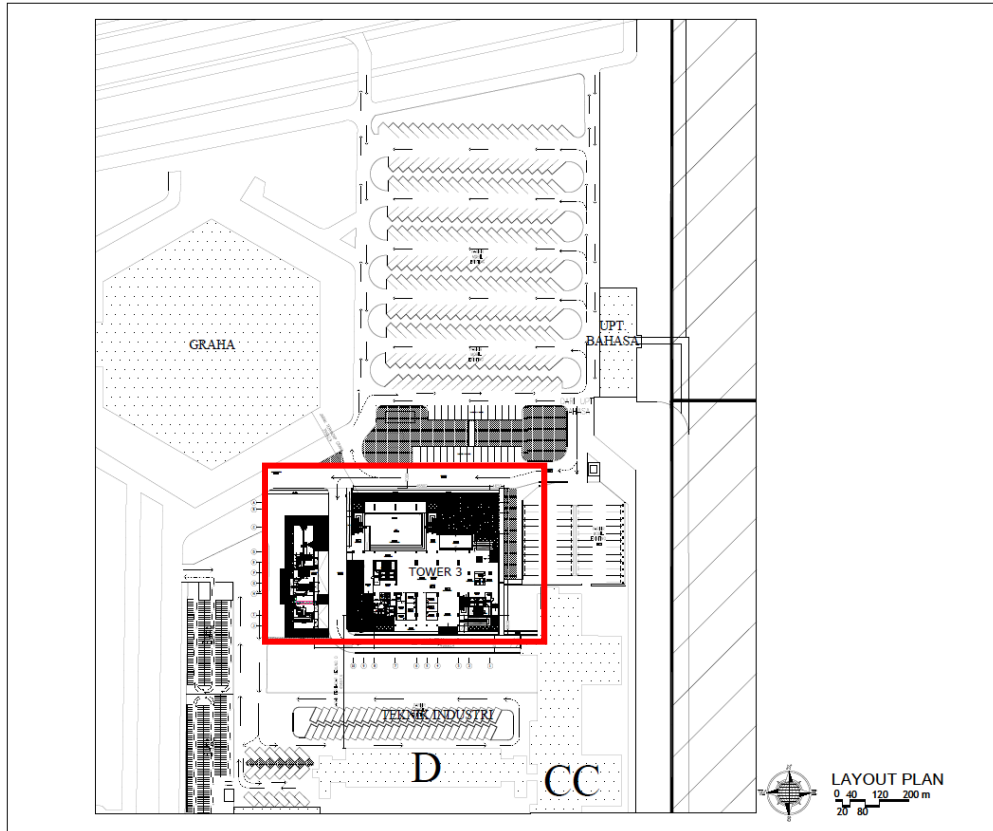


Gambar 4.1 Lokasi Proyek Dalam Tampilan *Google Earth*

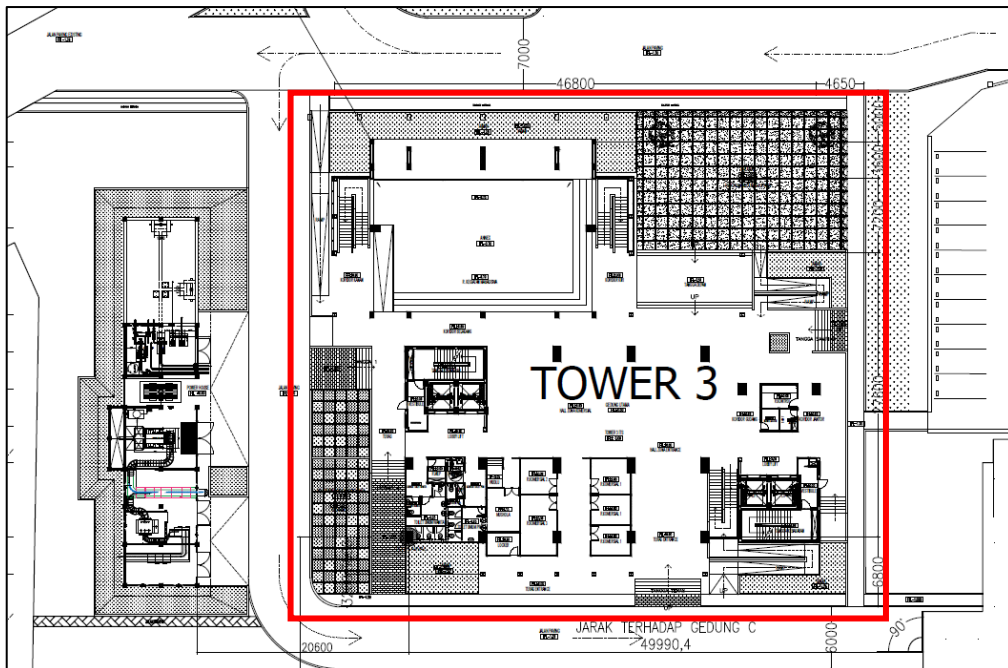
Nama Proyek	: Pembangunan ITS Tower, CLC dan Infrastruktur Pendukung
Lokasi Proyek	: Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur
Pemilik Pekerjaan	: Pendidikan Tinggi untuk Teknologi dan Inovasi (Higher Education for Technology and Innovation – HETI)
Konsultan Manajemen Konstruksi	: PT. CIRIAJASA E.C KSO PT. CIRIAJASA C.M
Kontraktor Pelaksana	: PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.
Fungsi Bangunan	: Fasilitas Pendidikan
Jumlah Lantai	: 11 Lantai + 1 Lantai Atap
Tinggi Bangunan	: 48 m
Luas Bangunan	: 1.688,77 m ²
Waktu Pelaksanaan	: 540 hari kalender (28 Juli 2023 – 17 Januari 2025)

Proyek ini memiliki 2 proyek utama yaitu pembangunan Tower 3 ITS dan Gedung CLC (*Cultural & Language Center*). Penelitian ini mengambil pembangunan Tower 3 ITS sebagai objek utama penelitian. Dalam keterangan data objek penelitian dapat dilihat bahwa durasi keseluruhan untuk dapat menyelesaikan proyek ini adalah 540 hari kalender yang dimulai pada tanggal 28 Juli 2023 dan akan selesai pada tanggal 17 Januari 2025. Keseluruhan pekerjaan ini

meliputi pekerjaan persiapan, struktural, arsitektural, MEP (*Mechanical, Electrical, and Plumbing*), dan pemeliharaan. Namun, penulis membatasi penelitian ini hanya meninjau durasi pekerjaan struktural untuk bangunan utama Tower 3 ITS saja yang terdiri dari bangunan utama dan bangunan annex. Denah rencana dari proyek ini disajikan pada Gambar 4.1, sedangkan untuk denah rencana bangunan utama dan bangunan annex dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Layout Plan Proyek Pembangunan ITS Tower dan CLC



Gambar 4.3 Layout Plan Bangunan Utama dan Bangunan Annex Tower 3 ITS

4.2 Pengumpulan Data Penelitian

Dalam melakukan analisis penjadwalan, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan data-data dari objek penelitian guna membantu proses penelitian. Proses pengumpulan data dibagi menjadi 2 jenis data, data sekunder dan data primer. Data sekunder didapatkan melalui PPK ITS selaku *owner* dari proyek Tower 3 ITS. Dalam pengambilan data ini, peneliti mengajukan surat permohonan guna memperoleh data-data pendukung penelitian berupa *time schedule* dan *work breakdown structures*.

4.2.1 Jadwal Proyek

Data utama yang diperlukan dalam melakukan analisis penjadwalan tentu merupakan data jadwal proyek. Jadwal proyek atau *time schedule* berisikan rencana penjadwalan keseluruhan proyek dimulai dari awal pekerjaan dimulai sampai akhir masa pemeliharaan. Berdasarkan data yang didapatkan, pekerjaan struktur proyek pembangunan Tower 3 ITS akan dilaksanakan selama 540 hari kalender seperti yang tertera pada kurva S yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Dari data Kurva S yang didapatkan, penelitian berfokus hanya pada penjadwalan untuk pekerjaan struktural dari bangunan utama dan bangunan annex, sehingga dari 540 hari total keseluruhan proyek hanya difokuskan menjadi 209 hari kalender. Durasi yang diperoleh akan menjadi acuan penelitian sekaligus data pembanding antara jadwal eksisting yang merupakan penjadwalan deterministik dengan hasil simulasi yang merupakan penjadwalan probabilistik. *Time schedule* untuk pekerjaan struktural bangunan utama dan bangunan annex dapat dilihat pada Lampiran 3 untuk durasi dalam bentuk hari dan Tabel 4.1 berikut untuk durasi dalam bentuk minggu.

Tabel 4.1 *Time Schedule* Pekerjaan Struktural Bangunan Utama dan Bangunan Annex Proyek Tower 3 ITS (Dalam Minggu)

Uraian Pekerjaan	2023												2024																			
	Aug				Sep				Okt				Nov				Des				Jan				Feb				Mar			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GEDUNG TOWER 3 ITS																																
PEKERJAAN STRUKTUR																																
PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA																																
PEKERJAAN TANAH																																
Pengurugan Sirtu (Kolam)																																
Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1																																
Galian Tanah Pile Cap																																
Urugan Tanah Kembali																																
PEKERJAAN PONDASI																																
Pemancangan Pondasi Tiang Pancang																																
Pile Cap																																
PEKERJAAN BETON																																
Pekerjaan Sloof																																
Beton Sloof																																
Pekerjaan Struktur Lt.1																																
Lantai Kerja																																
Plat dan Balok																																
Kolom dan Shearwall																																
Pekerjaan Struktur Lt. 2																																
Plat dan Balok																																
Kolom dan Shearwall																																
Tangga																																
Pekerjaan Struktur Lt. 3																																
Plat dan Balok																																

Uraian Pekerjaan	2023																2024													
	Aug		Sep				Okt				Nov				Des				Jan				Feb				Mar			
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 4																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 5																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 6																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 7																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 8																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 9																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 10																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. 11																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
Pekerjaan Struktur Lt. Atap																														
Plat dan Balok																														
Kolom dan Shearwall																														
Tangga																														
PEKERJAAN STRUKTUR BAJA																														
Struktur Kanopi Depan dan Curtain Wall																														
Struktur Kanopi Belakang Lt. 2																														
Struktur Kanopi Belakang Lt. 3																														
Struktur Kanopi Belakang Lt. 4																														
PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX																														
PEKERJAAN TANAH																														
Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1																														
Galian Tanah Pile Cap																														
Urugan Tanah Kembali																														
PEKERJAAN PONDASI																														
Pemancangan Pondasi Tiang Pancang																														
Pile Cap																														
PEKERJAAN BETON																														
Pekerjaan Sloof																														
Pekerjaan Struktur Lt.1																														
Lantai Kerja																														

Uraian Pekerjaan	2023																2024													
	Aug		Sep			Okt				Nov				Des				Jan				Feb				Mar				
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Plat																														
Kolom																														
Pekerjaan Struktur Lt. 2																														
Plat dan Balok																														
Kolom																														
Pekerjaan Struktur Lt. 3																														
Plat dan Balok																														
Kolom																														
Pekerjaan Struktur Lt. Atap																														
Plat dan Balok																														
Kolom																														
Pekerjaan Struktur Tangga																														
Pekerjaan Struktur Tribun																														
PEKERJAAN BAJA																														
Pekerjaan Struktur Atap																														
Struktur Curtain Wall																														
Struktur Curtain Wall Lt.1																														
Struktur Curtain Wall Lt.2																														
Struktur Curtain Wall Lt.3																														

4.2.2 Rincian Item Pekerjaan

Berdasarkan data *time schedule* yang sudah disesuaikan dengan batasan penelitian, langkah selanjutnya adalah merincikan item pekerjaan yang akan dilakukan selama masa pembangunan. Rincian pekerjaan atau *Work Breakdown Structures* (WBS) didapatkan melalui *Bill of Quantity* (BoQ). Di dalam BoQ terdapat seluruh rincian item pekerjaan beserta besarnya volume dari setiap item pekerjaan, mulai dari pembesian, pengecoran, ataupun galian tanah. Jika melihat dari *time schedule* eksisting, pekerjaan-pekerjaan tidak terlalu detail, sehingga dari data BoQ yang didapatkan akan lebih diperinci dan diberikan penomoran/node guna membantu peneliti dalam membuat draft kuesioner yang berisikan item pekerjaan beserta volumenya untuk pekerjaan struktural bangunan utama dan bangunan annex. Rincian pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini dan data WBS secara menyeluruh dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4.2 *Work Breakdown Structure*

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
	GEDUNG TOWER 3 ITS		
	PEKERJAAN STRUKTUR		
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA		
A.1	PEKERJAAN TANAH		
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3
A.2	PEKERJAAN PONDASI		
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'
A.2.2	Pile Cap		
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg
dst			

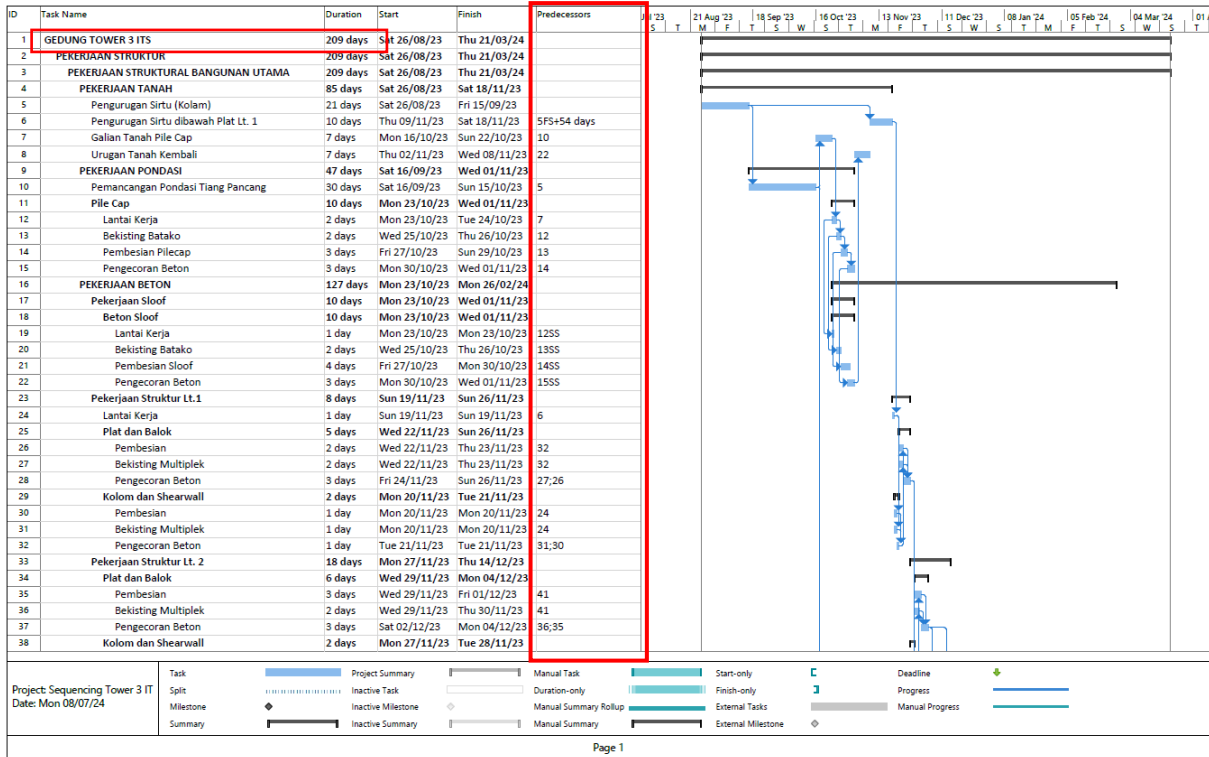
4.2.3 Penjadwalan Deterministik

Data sekunder berupa *time schedule* dan *work breakdown* yang telah didapatkan akan diolah kembali dengan menggabungkan kedua data tersebut dengan melakukan *sequencing* pada program bantu penjadwalan. Rincian setiap item pekerjaan akan disesuaikan durasinya menyesuaikan durasi eksisting. Pada *time schedule*, hanya terdapat durasi pekerjaan-pekerjaan utama seperti galian tanah, pekerjaan kolom dan balok lantai 1, pekerjaan *curtain wall*, dan lainnya tanpa ada rincian pekerjaan seperti pembesian, pemasangan baut, dan lain-lain. Oleh karena itu, perlu dilakukan penjadwalan secara deterministik yang langkah pertamanya adalah dengan melakukan *sequencing* dengan menentukan hubungan dari aktivitas/pekerjaan yang akan dilakukan. *Sequencing* dilakukan terhadap seluruh rincian pekerjaan dengan menentukan ES (*Early Start*), EF (*Early Finish*), LS (*Late Start*), dan LF (*Late Finish*) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.3, untuk *sequencing* secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4.3 *Sequencing* Durasi Eksisting

Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
A	GEDUNG TOWER 3 ITS	
B	PEKERJAAN STRUKTUR	
C	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA	
D	PEKERJAAN TANAH	
E	Pengurugan Sirtu (Kolam)	
F	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	H
G	Galian Tanah Pile Cap	J
H	Urugan Tanah Kembali	I, Q
I	PEKERJAAN PONDASI	
J	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	E
K	Pile Cap	
L	a. Lantai Kerja	G
M	b. Bekisting Batako	L
N	c. Pembesian Pilecap	M
O	d. Pengecoran Beton	N
P	PEKERJAAN BETON	
Q	Pekerjaan Sloof	
R	Beton Sloof	
S	a. Lantai Kerja	G
T	b. Bekisting Batako	L
U	c. Pembesian Sloof	M
V	d. Pengecoran Beton	N
W	Pekerjaan Struktur Lt.1	
X	Lantai Kerja	F
Y	Plat dan Balok	
dst		

Setelah melakukan *sequencing*, dilakukan penjadwalan menggunakan program bantu penjadwalan dengan menentukan *predecessor* untuk masing-masing pekerjaan agar memudahkan penjadwalan serta mendapatkan hasil yang akurat. Hasil penjadwalan deterministik dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan hasil keseluruhan penjadwalan pada Lampiran 5.



Gambar 4.4 Sequencing Penjadwalan Eksisting Menggunakan Penjadwalan Deterministik

4.2.4 Penyebaran Kuesioner dan Pengumpulan Data Primer

Melalui data sekunder yang telah diolah, pengumpulan data primer dilakukan menggunakan *expert judgement* dengan menyebarkan kuesioner yang akan diisi oleh 6 responden yang berkompeten diluar pekerja di proyek Tower 3 ITS untuk dapat mengisi durasi pekerjaan. Para responden akan mengisikan durasi berdasarkan pengalaman yang pernah mereka lakukan. 6 orang responden yang bersedia memberikan jawabannya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Daftar Responden

No	Nama	Jabatan
1	Responden 1 (R1)	Project Manager
2	Responden 2 (R2)	Head of Quality Control
3	Responden 3 (R3)	Engineering Staff
4	Responden 4 (R4)	Project Manager
5	Responden 5 (R5)	Engineering Staff
6	Responden 6 (R6)	Project Manager

Penyebaran kuesioner dilakukan sesuai dengan draft pada Tabel 3.1 dengan menyesuaikan data sekunder yang telah didapatkan yang disebarkan secara daring kepada keenam responden di atas. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner kepada para responden, didapatkan beragam durasi untuk setiap item pekerjaan karena perbedaan pengalaman dan keadaan di lapangan yang dialami oleh masing-masing responden. Dari keenam responden yang telah bersedia memberikan jawaban, terdapat variasi jawaban dan dapat dilihat waktu tercepat, waktu yang paling sering di jawab, dan waktu terlama dari setiap item pekerjaan struktur pada proyek

pembangunan Tower 3 ITS. Variasi jawaban dari hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan keseluruhan hasil kuesioner terdapat pada Lampiran 6.

Tabel 4.5 Hasil Kuesioner

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi					
				R1	R2	R3	R4	R5	R6
	GEDUNG TOWER 3 ITS								
	PEKERJAAN STRUKTUR								
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA								
A.1	PEKERJAAN TANAH								
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3	17	21	19	19	20	18
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3	10	11	8	10	5	9
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3	4	4	7	5	3	4
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3	3	4	6	4	2	4
A.2	PEKERJAAN PONDASI								
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'	23	31	27	26	28	31
A.2.2	Pile Cap								
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3	1	1	2	2	3	2
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2	2	4	3	3	2	2
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg	4	4	4	3	6	4
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	842,51	m3	6	2	4	3	3	3
A.3	PEKERJAAN BETON								
A.3.1	Pekerjaan Sloof								
A.3.1.1	Beton Sloof								
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,91	m3	1	1	2	2	1	1
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	486,72	m2	2	2	3	1	2	2
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	27.895,29	kg	4	2	3	3	3	3
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	89,28	m3	3	2	2	2	2	2
A.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1								
A.3.2.1	Lantai Kerja	51,71	m3	1	1	3	2	2	1
A.3.2.2	Plat dan Balok								
A.3.2.2.1	a. Pembesian	12.087,93	kg	4	2	3	2	2	3
A.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	170,39	m2	2	2	1	1	1	2
A.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	27,02	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.2.3	Kolom dan Shearwall								
A.3.2.3.1	a. Pembesian	49.636,31	kg	2	3	3	1	2	2
A.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	675,28	m2	1	1	2	1	1	2
A.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	229,54	m3	1	1	2	1	2	2
dst									

4.2.5 Rekapitulasi Hasil Kuesioner

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diperoleh, ragam durasi yang diisi oleh responden dapat direkapitulasi menjadi durasi optimis, durasi yang paling sering, dan durasi pesimis. Penentuan durasi optimis dilakukan dengan melihat durasi tercepat yang didapat dari variasi durasi yang telah didapatkan melalui kuesioner, sedangkan untuk durasi paling sering diambil berdasarkan modus waktu terbanyak yang didapatkan melalui hasil kuesioner dan untuk durasi pesimis didapatkan melalui hasil kuesioner berupa durasi terlama dari variasi durasi yang diperoleh. Rekapitulasi hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan hasil kuesioner secara menyeluruh terdapat pada Lampiran 7.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Kuesioner

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi		
				O	M	P
	GEDUNG TOWER 3 ITS					
	PEKERJAAN STRUKTUR					
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA					
A.1	PEKERJAAN TANAH					
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3	17	19	21
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3	5	10	11
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3	3	4	7
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3	2	4	6
A.2	PEKERJAAN PONDASI					
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'	23	31	31
A.2.2	Pile Cap					
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3	1	2	3
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2	2	2	4
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg	3	4	6
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	842,51	m3	2	3	6
A.3	PEKERJAAN BETON					
A.3.1	Pekerjaan Sloof					
A.3.1.1	Beton Sloof					
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,91	m3	1	1	2
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	486,72	m2	1	2	3
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	27.895,29	kg	2	3	4
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	89,28	m3	2	2	3
A.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1					
A.3.2.1	Lantai Kerja	51,71	m3	1	1	3
A.3.2.2	Plat dan Balok					
A.3.2.2.1	a. Pembesian	12.087,93	kg	2	2	4
A.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	170,39	m2	1	2	2
A.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	27,02	m3	1	1	2
A.3.2.3	Kolom dan Shearwall					
A.3.2.3.1	a. Pembesian	49.636,31	kg	1	2	3
A.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	675,28	m2	1	1	2
A.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	229,54	m3	1	2	2
dst						

4.3 Analisis Probabilistik Menggunakan Simulasi Monte Carlo

Setelah mendapatkan semua data, baik itu data primer maupun data sekunder, serta merekapitulasi data yang didapat menjadi 3 jenis durasi yaitu optimis, paling sering, dan pesimis, sekarang adalah tahap analisis utama yaitu analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo dengan program bantu Analisis probabilistik. Sebelum melakukan analisis menggunakan program bantu, perlu dilakukan beberapa perhitungan yang akan menjadi variabel untuk membantu dalam proses analisis. Beberapa langkah perhitungan yang dilakukan adalah penentuan *Time expected* (te), dilanjutkan dengan perhitungan standar deviasi, dan menghitung varians.

4.3.1 Perhitungan Analisis Probabilistik

Sebagai contoh langkah perhitungan akan digunakan salah satu item pekerjaan yaitu pekerjaan “galian tanah pile cap” dengan notasi A.1.4. Berdasarkan data yang didapatkan seperti yang terlihat pada Gambar 4.5, untuk pekerjaan “galian tanah pile cap” dengan notasi A.1.4 memiliki durasi optimis, paling sering, dan pesimis sebagai berikut:

- Durasi Optimis = 3 hari
- Durasi Paling Sering = 4 hari
- Durasi Pesimis = 7 hari

1. Menghitung *Time expected*

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah direkapitulasi dalam bentuk durasi optimis, paling sering, dan pesimis, langkah selanjutnya adalah menentukan *Time expected* dari setiap item pekerjaan. *Time expected* merupakan waktu yang diperkirakan menjadi rata-rata durasi dari beberapa durasi yang dilakukan berulang pada sebuah pekerjaan. Sebagai contoh perhitungan untuk salah satu pekerjaan didapatkan *time expected* 4,33 hari untuk pekerjaan galian tanah pile cap notasi A.1.4.

Time expected

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$T_e = \frac{3 + 4(4) + 7}{6}$$

$$T_e = 4,33 \text{ hari}$$

2. Menghitung Standar Deviasi

Perhitungan standar deviasi berguna untuk mengukur seberapa jauh atau dekat nilai data per item pekerjaan dengan nilai rata-ratanya yang berupa *time expected* dan untuk menghitung varians. Standar deviasi dapat dinotasikan sebagai “ σ ” dan dapat dihitung seperti contoh di bawah ini.

Standar Deviasi

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

$$\sigma = \frac{7 - 3}{6}$$

$$\sigma = 0,67$$

3. Varians

Varians merupakan ukuran penyebaran antar angka dalam suatu kumpulan data. Perhitungan varians dilakukan setelah perhitungan standar deviasi menggunakan persamaan 2.3 dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

Varians

$$Var = SD^2$$

$$Var = (0,67)^2$$

$$Var = 0,44$$

Hasil rekapitulasi perhitungan *time expected*, standar deviasi, dan varians di atas dapat dilihat pada Lampiran 8, untuk sebagian perhitungan pekerjaan disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan

No	Uraian Pekerjaan	Durasi			Te	SD	VAR
		O	M	P			
	GEDUNG TOWER 3 ITS						
	PEKERJAAN STRUKTUR						
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA						
A.1	PEKERJAAN TANAH						
A.1.2	Pengurangan Sirtu (Kolam)	17	19	21	19,00	0,67	0,44
A.1.3	Pengurangan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	5	10	11	9,33	1,00	1,00
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	3	4	7	4,33	0,67	0,44
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	2	4	6	4,00	0,67	0,44
A.2	PEKERJAAN PONDASI						
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	23	31	31	29,67	1,33	1,78
A.2.2	Pile Cap						
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	2	2	4	2,33	0,33	0,11
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	3	4	6	4,17	0,50	0,25
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	2	3	6	3,33	0,67	0,44
A.3	PEKERJAAN BETON						
A.3.1	Pekerjaan Sloof						
A.3.1.1	Beton Sloof						
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
dst							

4.3.2 Faktor Risiko

Setelah melakukan perhitungan analisis probabilistik terhadap seluruh item pekerjaan, akan dilakukan penentuan faktor risiko yang menyebabkan adanya durasi yang cukup jauh dari rata-rata jawaban responden. Analisis ini dilakukan dengan melihat hasil perhitungan standar deviasi yang memiliki nilai $>0,5$, karena semakin besar nilai standar deviasi berarti semakin besar kemungkinan terjadinya risiko dan ketidakpastian. Untuk standar deviasi yang bernilai $<0,5$ tidak dipilih karena hanya perbedaan tenaga kerja dan waktu kerja yang berdeda-beda antara responden satu dengan yang lainnya, sehingga hanya mendapatkan standar deviasi yang kecil karena tidak ada faktor signifikan yang terjadi. Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan 9 item pekerjaan yang memiliki risiko tertinggi berdasarkan hasil kuesioner responden yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Item Pekerjaan dengan Standar Deviasi $> 0,5$

No	Uraian Pekerjaan	Durasi			Te	SD	VAR
		O	M	P			
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA						
A.1.2	Pengurangan Sirtu (Kolam)	17	19	21	19,00	0,67	0,44
A.1.3	Pengurangan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	5	10	11	9,33	1,00	1,00
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	3	4	7	4,33	0,67	0,44
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	2	4	6	4,00	0,67	0,44
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	23	31	31	29,67	1,33	1,78
A.2.2.4	Pile Cap (Pengecoran Beton)	2	3	6	3,33	0,67	0,44
B	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX						
B.1.1	Pengurangan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	6	8	10	8,00	0,67	0,44
B.1.2	Galian Tanah Pile Cap	3	5	8	5,17	0,83	0,69
B.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	12	14	17	14,17	0,83	0,69

Perbedaan durasi yang diberikan responden kebanyakan dikarenakan perbedaan kebijakan dan tenaga pekerja serta ahli yang dikerahkan di lapangan. Oleh karena itu, pada Tabel 4.8 akan menjadi fokus pembahasan pekerjaan yang disebabkan risiko dan ketidakpastian di lapangan.

Pekerjaan-pekerjaan tersebut dikaji ulang dengan menanyakan penyebab keterlambatan yang terjadi kepada responden yang bersangkutan. Adapun hasil dari wawancara dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Faktor Risiko Yang Berpengaruh Terhadap Waktu

No	Uraian Pekerjaan	Faktor Risiko
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA	
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	Muka air tanah yang tinggi menyebabkan tanah terus menerus longsor
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	Muka air tanah yang tinggi menyebabkan tanah terus menerus longsor
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	Intensitas hujan tinggi
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	Intensitas hujan tinggi
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	Muka air tanah yang tinggi menyebabkan tanah terus menerus longsor
A.2.2.4	Pile Cap (Pengecoran Beton)	Kesalahan mutu <i>long setting</i> beton
B	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX	
B.1.1	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	Intensitas hujan tinggi
B.1.2	Galian Tanah Pile Cap	Intensitas hujan tinggi
B.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	Muka air tanah yang tinggi menyebabkan tanah terus menerus longsor

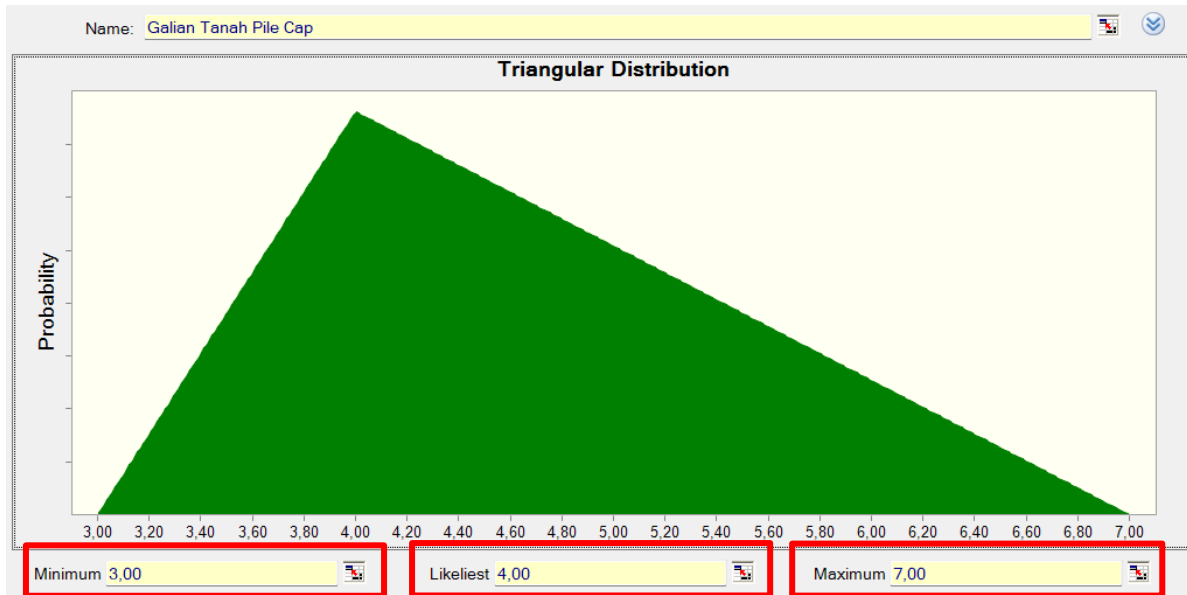
4.3.3 Menjalankan Simulasi Monte Carlo

Tujuan utama dari rangkain perhitungan dan pengumpulan data sekaligus yang menjadi langkah terakhir untuk melakukan analisis probabilistik ini adalah melakukan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan program bantu analisis probabilistik. Setelah menghitung semua kebutuhan variabel yang harus dimasukkan ke dalam program bantu, barulah program bantu digunakan untuk mensimulasikan data-data yang telah didapatkan dan direkapitulasi.

Perlu diketahui bahwa program bantu analisis probabilistik ini merupakan *add-ins* yang dapat diaplikasikan pada Microsoft Excel bernama *Oracle Crystal Ball*. Untuk menjalankan program bantu analisis probabilistik perlu diperhatikan langkah-langkah untuk dapat menjalankan simulasi Monte Carlo. Langkah-langkah yang digunakan akan berlaku untuk setiap item pekerjaan struktur pada proyek pembangunan Tower 3 ITS Surabaya.

1. Memasukkan data durasi optimis, paling sering, dan pesimis

Simulasi akan dilakukan pada setiap item pekerjaan untuk pekerjaan struktural bangunan utama dan bangunan annex Tower 3 ITS. Untuk memulai simulasi Monte Carlo, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan menggunakan fitur "*define assumption*". Fitur ini digunakan untuk memasukkan nilai yang akan diasumsikan, yang berarti nilai yang akan dimasukkan berupa durasi optimis, paling sering, dan pesimis yang telah didapatkan. Karena terdapat 3 nilai, maka dari beberapa jenis distribusi seperti distribusi normal, uniform, lognormal, akan digunakan distribusi triangular sebagai distribusi yang paling cocok untuk dilakukan analisis. Selanjutnya adalah memasukkan data durasi optimis, paling sering, dan pesimis dari data yang sudah direkapitulasi. *Define assumption* ini nantinya akan mengansumsikan angka yang telah dimasukkan menjadi batas nilai untuk munculnya angka-angka acak. Program bantu akan membentuk distribusi sesuai nilai yang sudah dimasukkan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.5. Hasil dari memasukkan data pada *define assumption* akan menghasilkan *cell* berwarna hijau.



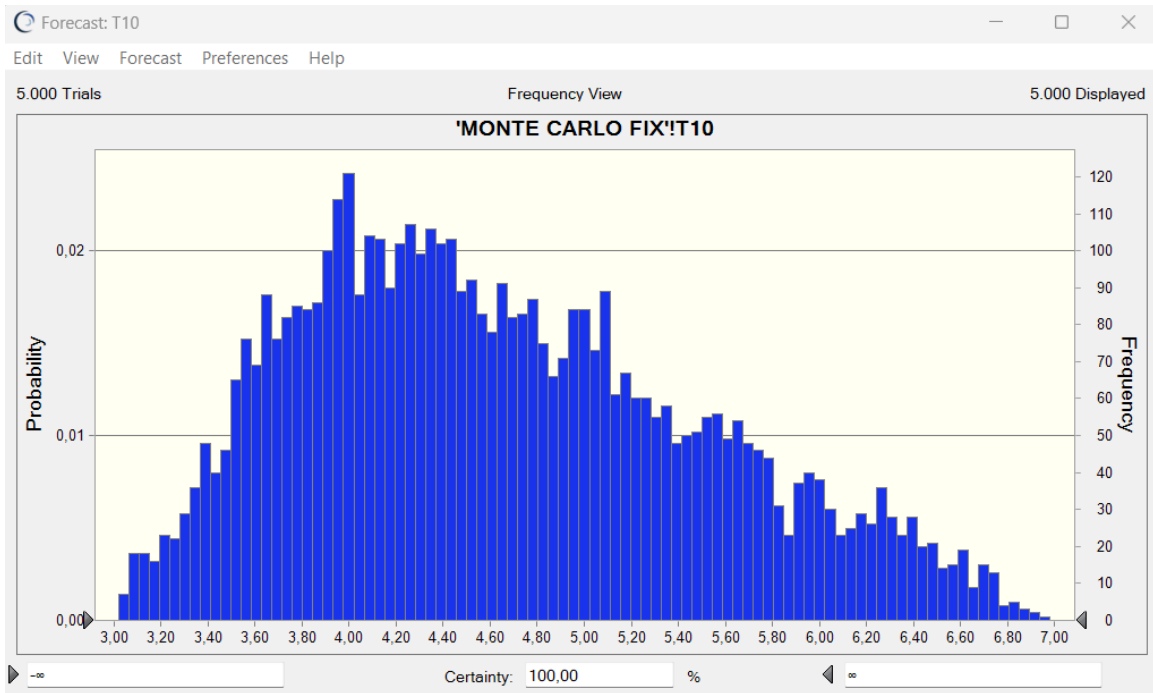
Gambar 4.5 Hasil Distribusi Triangular

2. Menentukan perkiraan dan banyaknya iterasi

Setelah menentukan asumsi, akan dipilih *cell* lain untuk menjadi output untuk melakukan peramalan rata-rata durasi dengan menggunakan fitur “*define forecast*”. Pada fitur ini, sedikit berbeda dengan *define assumption* yang akan memunculkan *cell* berwarna hijau, *define forecast* akan menghasilkan *cell* berwarna biru. Fitur ini berfungsi sebagai hasil *forecasting* dari data yang sudah menjadi bentuk distribusi triangular. Untuk menjalankan simulasi, ditentukan proses pengulangan/iterasi sebanyak 5000 kali. Iterasi merupakan proses berulang yang dilakukan program bantu untuk memunculkan angka-angka acak. Banyaknya iterasi akan memengaruhi banyaknya angka acak yang akan muncul dan memperbesar kemungkinan modus yang muncul lebih pasti.

3. Menjalankan simulasi Monte Carlo

Setelah melakukan seluruh langkah di atas, mulai dari *define assumption*, *define forecast*, dan memasukkan jumlah iterasi, barulah bisa memulai simulasi Monte Carlo. Program bantu akan melakukan pengulangan sebanyak 5000 kali untuk memunculkan modus yang akan ditampilkan dalam bentuk *frequency view* seperti pada Gambar 4.6. Berdasarkan bagan hasil simulasi, terlihat bahwa nilai minimum yang didapatkan adalah 3 dan nilai maksimum yang didapat adalah 7. Untuk nilai yang lebih spesifik dapat merubah tampilan hasil simulasi berupa statistik dalam bentuk *dialog box* yang dapat disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.10.



Gambar 4.6 Diagram Hasil Simulasi Monte Carlo

Tabel 4.10 Tampilan Statistik Hasil Simulasi

Statistic	Forecast Values
Trials	5.000
Base Case	0.00
Mean	4.65
Median	4.53
Mode	---
Standard Deviation	0.85
Variance	0.72
Skewness	0.4456
Kurtosis	2.45
Coeff of Variation	0.1825
Minimum	3.02
Maximum	6.98
Mean Std. Error	0.01

Setelah melakukan langkah-langkah dalam proses melakukan simulasi Monte Carlo menggunakan program bantu analisis probabilistik, dapat diambil data durasi optimis, paling sering, dan pesimis berdasarkan analisis probabilistik. Dapat dilihat pada pekerjaan “Galian Tanah Pile Cap” berdasarkan *dialog box* memiliki durasi yang dibulatkan sebagai berikut:

1. Durasi Optimis Pekerjaan = 3,02 \approx 3 hari
2. Durasi Paling Sering Pekerjaan = 4,65 \approx 5 hari
3. Durasi Pesimis Pekerjaan = 6,98 \approx 7 hari

Maka untuk pekerjaan “Galian Tanah Pile Cap” berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo memiliki waktu tercepat selama 4 hari, waktu paling sering selama 5 hari, dan durasi terlama selama 7 hari. Untuk rekapitulasi seluruh hasil analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo dapat dilihat pada Lampiran 10, untuk melihat sebagian hasil simulasi Monte Carlo dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.11 Hasil Simulasi Monte Carlo yang Dibulatkan

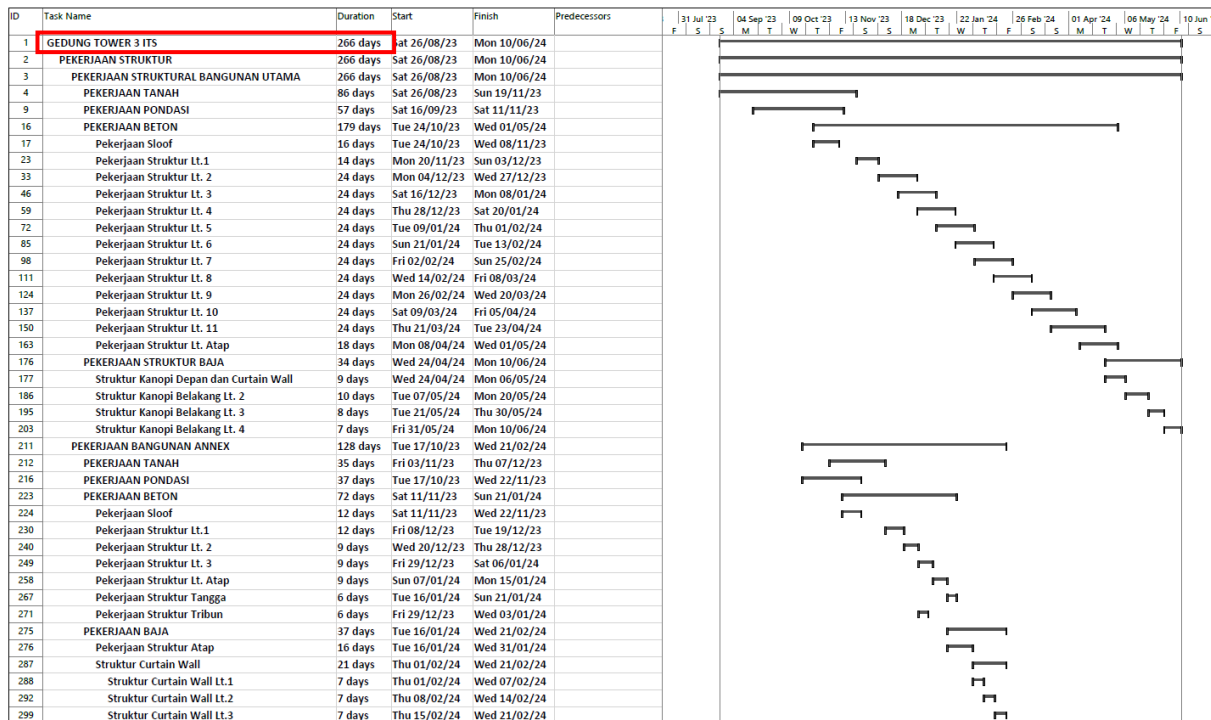
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Simulasi			Durasi Pembulatan		
				O	M	P	O	M	P
	GEDUNG TOWER 3 ITS								
	PEKERJAAN STRUKTUR								
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA								
A.1	PEKERJAAN TANAH								
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3	17,04	18,99	20,99	17	19	21
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3	5,04	8,68	10,99	5	9	11
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3	3,02	4,65	6,98	3	5	7
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3	2,01	4	5,95	2	4	6
A.2	PEKERJAAN PONDASI								
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'	23,07	28,36	31	23	28	31
A.2.2	Pile Cap								
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3	1,02	2,01	2,96	1	2	3
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2	2	2,67	3,98	2	3	4
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg	3,01	4,34	5,98	3	4	6
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	842,51	m3	2,04	3,68	5,98	2	4	6
A.3	PEKERJAAN BETON								
A.3.1	Pekerjaan Sloof								
A.3.1.1	Beton Sloof								
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,91	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	486,72	m2	1,01	2	2,98	1	2	3
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	27.895,29	kg	2,02	3	3,97	2	3	4
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	89,28	m3	2	2,33	2,96	2	2	3
dst									

4.4 Penjadwalan Probabilistik

Setelah mendapatkan hasil durasi optimis, paling sering, dan pesimis menggunakan simulasi Monte Carlo dengan program bantu analisis probabilistik, akan dilakukan penjadwalan ulang menggunakan program bantu penjadwalan berdasarkan data hasil simulasi Monte Carlo. Pembuatan ulang penjadwalan dilakukan dengan *sequencing* menggunakan acuan penjadwalan eksisting seperti pada Gambar 4.4 supaya hasil analisis probabilistik dapat dibandingkan dengan jadwal eksisting. Perbandingan akan dilakukan dengan melihat apakah penjadwalan eksisting yang merupakan penjadwalan deterministik masuk ke dalam *range* penjadwalan hasil analisis probabilistik.

4.4.1 Penjadwalan Durasi Optimis, Paling Sering, dan Pesimis

Keseluruhan hasil durasi hasil analisis akan dibuat penjadwalan untuk masing-masing durasi, penjadwalan durasi optimis akan menggunakan keseluruhan durasi optimis begitupun untuk durasi paling sering dan durasi pesimis. Maka didapatkan durasi optimis selama 176 hari kalender seperti pada Gambar 4.8, paling sering 204 hari kalender seperti pada Gambar 4.9, dan pesimis 266 hari kalender seperti pada Gambar 4.10. Untuk keseluruhan penjadwalan dapat dilihat pada Lampiran 11 untuk durasi optimis, Lampiran 12 untuk durasi paling sering, dan Lampiran 13 untuk durasi pesimis.



Gambar 4.9 Time Schedule Durasi Pesimis

4.4.2 Perbandingan Penjadwalan Deterministik dan Probabilistik

Penjadwalan terhadap 3 durasi hasil analisis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo yang didapat telah dibuat ulang menjadi penjadwalan untuk masing-masing durasi, mulai dari durasi optimis, paling sering, dan juga pesimis. Dapat dilihat perbandingan antara penjadwalan probabilistik dengan penjadwalan deterministik pada Tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.12 Perbandingan Penjadwalan Probabilistik Dengan Penjadwalan Deterministik

Penjadwalan Probabilistik			Penjadwalan Deterministik
Optimis	Paling Sering	Pesimis	
176 hari	204 hari	266 hari	209 hari

Terlihat bahwa terdapat variasi selisih dari masing-masing durasi terhadap penjadwalan deterministik. Durasi optimis terpaut lebih cepat 33 hari, durasi paling sering memiliki selisih hari yang lebih sedikit yaitu lebih cepat 5 hari, dan durasi pesimis sekaligus terlama memiliki perbedaan waktu sebanyak 57 hari lebih lama dibandingkan penjadwalan deterministik. Maka dapat disimpulkan bahwa penjadwalan deterministik dari pekerjaan struktural bangunan utama dan bangunan annex proyek pembangunan Tower 3 ITS dengan 209 hari ini masuk kedalam *range* analisis penjadwalan probabilistik. Tidak selesai sampai disitu, untuk melakukan perbandingan lebih lanjut, perlu dilakukan perhitungan durasi total T_e atau *time expected* sesuai perhitungan dan rekapitulasi yang telah dilakukan untuk mendapatkan persentase probabilitas keberhasilan dari durasi yang sudah didapatkan. Dengan cara yang sama seperti yang sudah dilakukan pada perhitungan sebelumnya, durasi-durasi yang telah didapat akan dihitung

kembali untuk mendapatkan nilai T_e (*Time Expected*), standar deviasi dan juga varians dari durasi optimis, paling sering dan pesimis. Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

1. Time Expected

$$\begin{aligned} \text{Durasi optimis (a)} &= 176 \text{ hari} \\ \text{Durasi paling sering (m)} &= 204 \text{ hari} \\ \text{Durasi pesimis (b)} &= 266 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$T_e = \frac{a+4m+b}{6}$$

$$T_e = \frac{176 + 4(204) + 266}{6}$$

$$T_e = 209,67 \approx 210 \text{ hari}$$

2. Standar Deviasi

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

$$\sigma = \frac{266 - 176}{6}$$

$$\sigma = 15$$

3. Varians

$$Var = \sigma^2$$

$$Var = 15^2$$

$$Var = 225$$

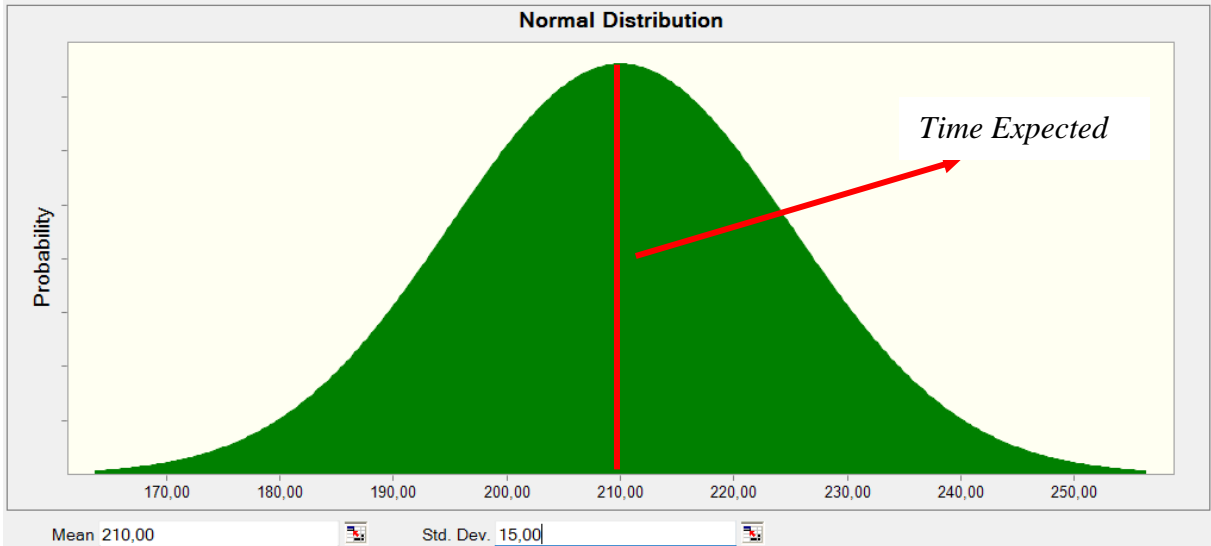
Dari perhitungan yang telah dilakukan terhadap durasi optimis, paling sering, dan pesimis didapatkan data durasi yang diperkirakan yang juga sebagai nilai tengah yang memiliki persentase probabilitas keberhasilan kurang lebih sebesar 50%. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.13 di bawah ini.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan *Time Expected* Terhadap Seluruh Durasi

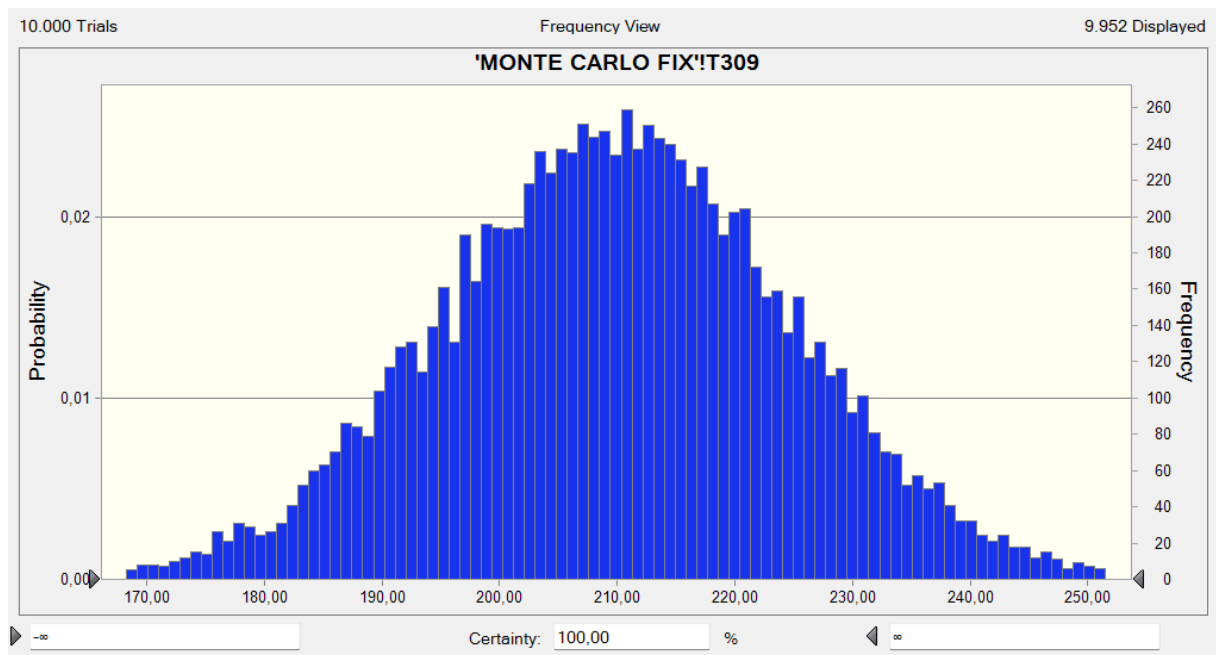
Optimis	Most Likely	Pesimis	<i>Time Expected</i>	Standar Deviasi	Varians
176	204	266	210	15	225

Melalui data pada Tabel 4.13 akan dilakukan analisis menggunakan distribusi normal untuk mendapatkan persentase probabilitas keberhasilan dari masing-masing durasi. Data-data yang telah diperoleh akan dimasukkan kedalam analisis menggunakan distribusi normal dengan memasukkan nilai *Time Expected* sebagai rata-rata dari keseluruhan *range* durasi dan

didapatkan bentuk distribusi normal seperti pada Gambar 4.11 untuk distribusi normal sebelum dijalankan simulasi dan Gambar 4.12 adalah bentuk distribusi normal setelah dilakukan simulasi dengan 10000 kali iterasi. Nilai T_e atau *expected time* merupakan nilai tengah yang berarti bernilai 50% yang ditunjukkan pada garis merah pada Gambar 4.11 di bawah ini.



Gambar 4.10 Distribusi Normal Sebelum Iterasi

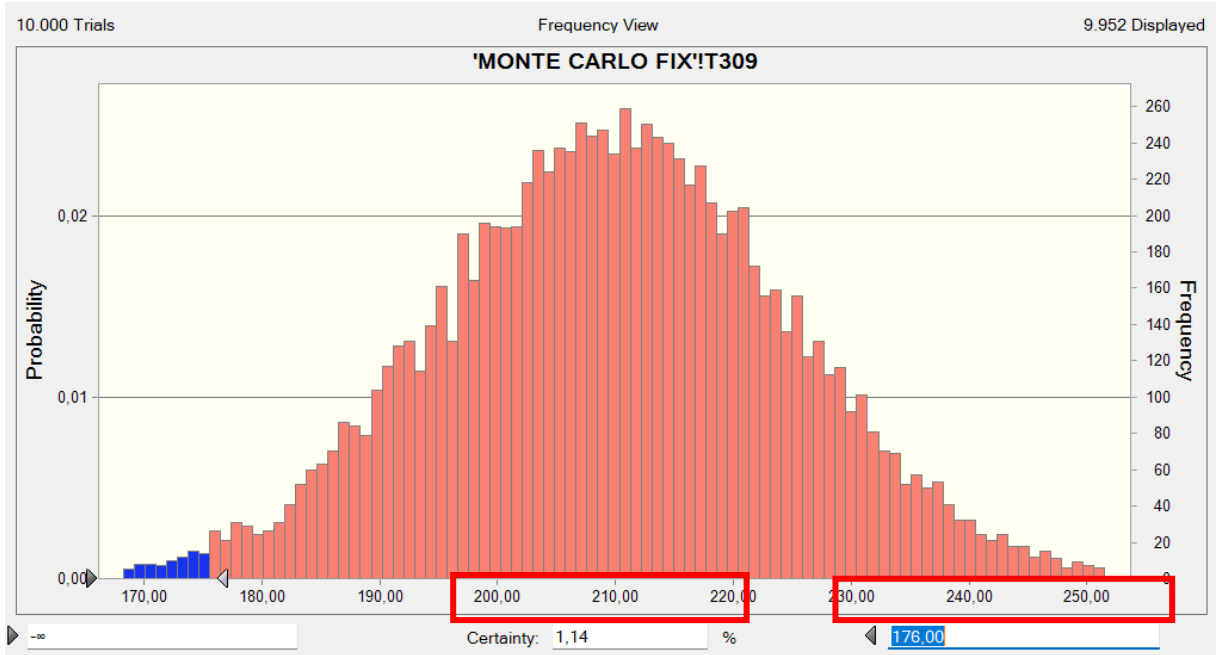


Gambar 4. 11 Distribusi Normal Setelah Iterasi

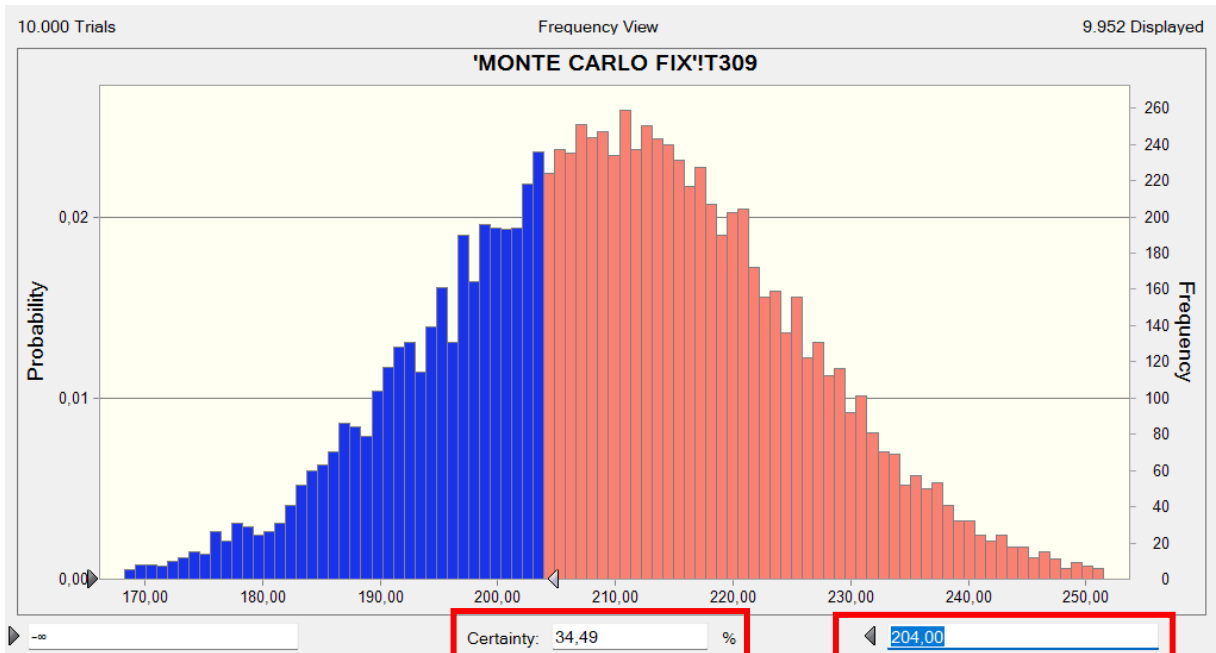
Seperti yang dapat dilihat dari distribusi normal yang telah dilakukan, jika memasukkan seluruh durasi yang telah didapatkan mulai dari durasi optimis, paling sering, eksisting, *Time Expected*, dan pesimis, maka akan didapatkan persentase probabilitas keberhasilan dari masing-masing durasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan pada Gambar 4.12 untuk durasi optimis, Gambar 4.13 untuk durasi paling sering, Gambar 4.14 untuk durasi eksisting, Gambar 4.15 untuk durai *Time Expected*, dan Gambar 4.16 untuk durasi pesimis.

Tabel 4.14 Persentase Probabilitas Keberhasilan Seluruh Durasi

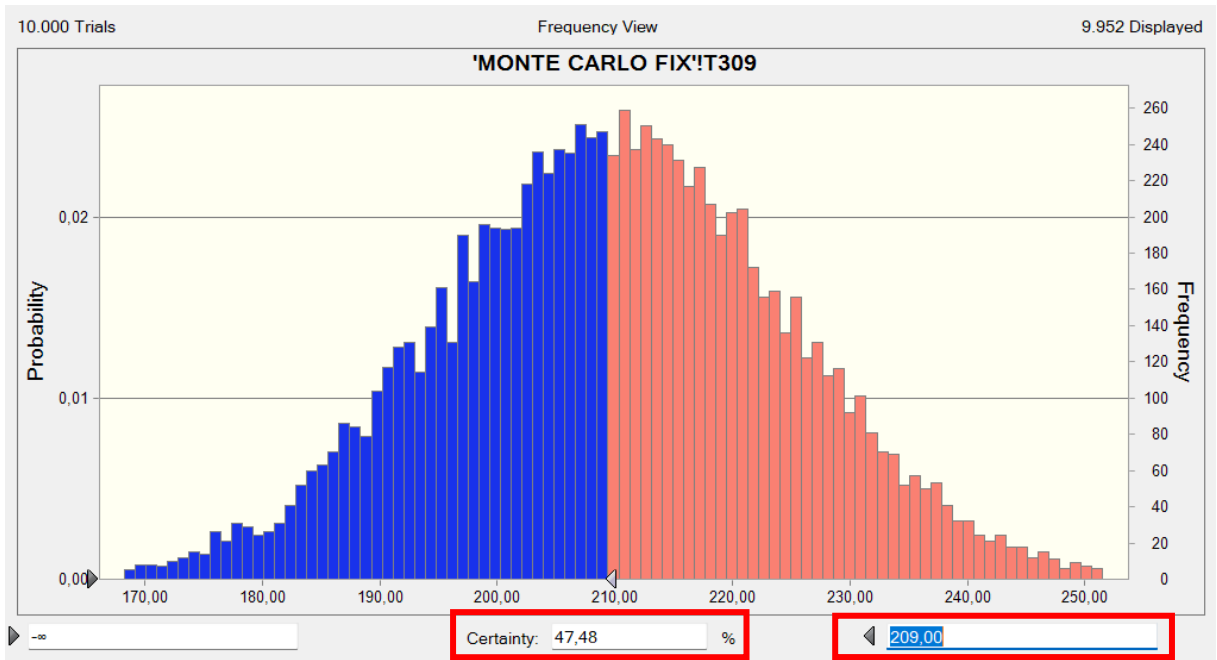
Durasi	Optimis	Paling Sering	Eksisting	<i>Time Expected</i>	Pesimis
Hari	176	204	209	210	266
Probabilitas Keberhasilan	1,14%	34,49%	47,48%	50,04%	99,99%



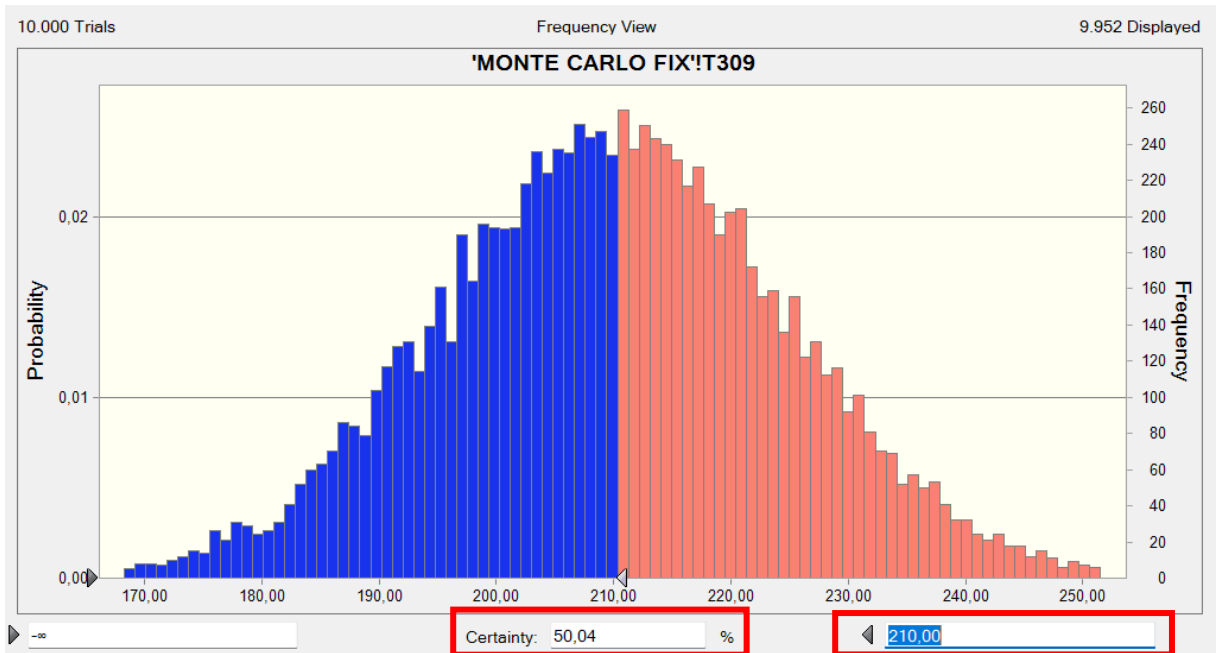
Gambar 4.12 Probabilitas Keberhasilan Durasi Optimis



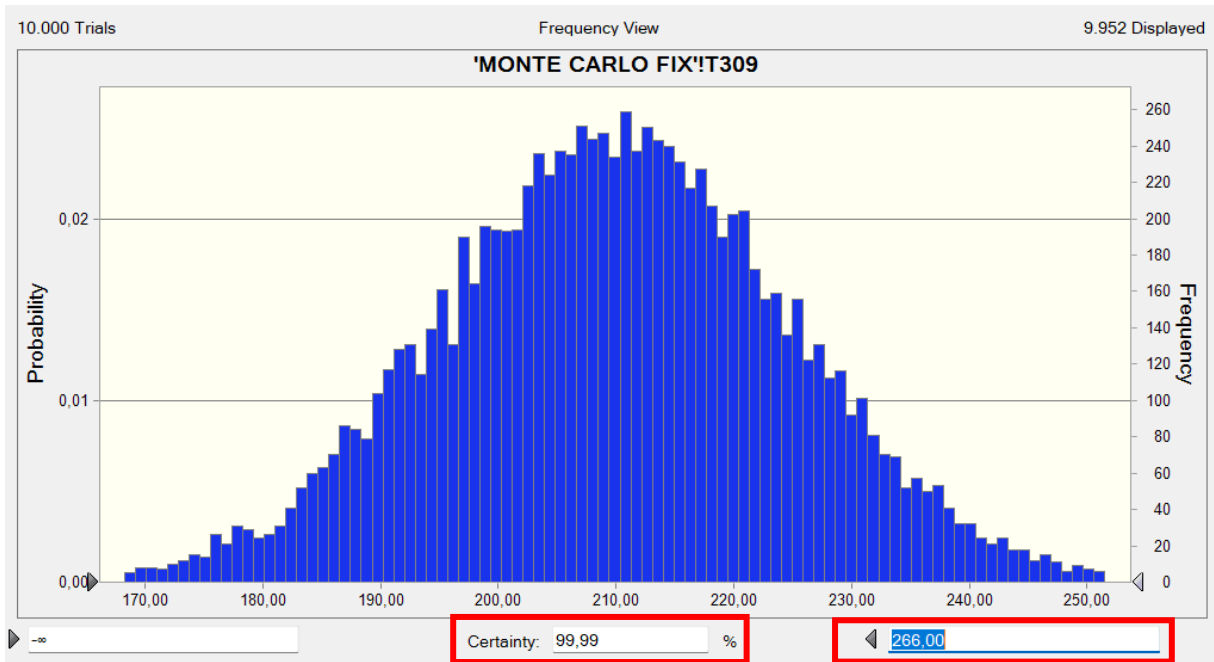
Gambar 4.13 Probabilitas Keberhasilan Durasi Paling Sering



Gambar 4.14 Probabilitas Keberhasilan Durasi Eksisting

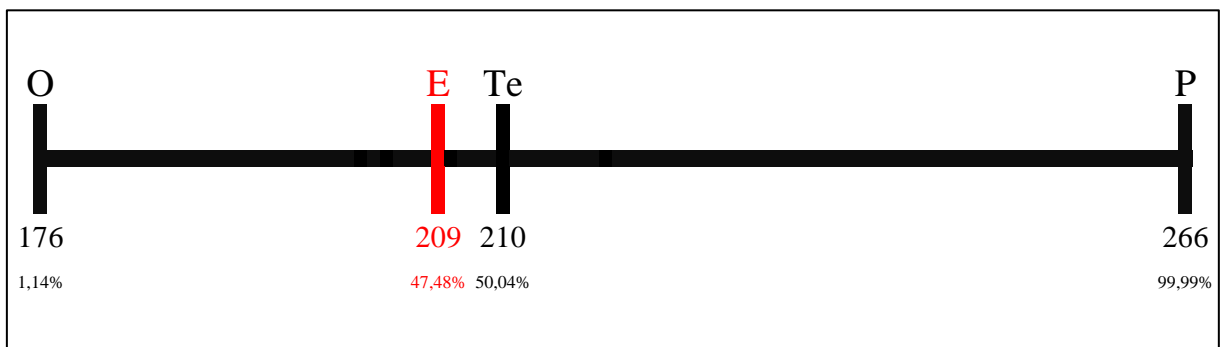


Gambar 4.15 Probabilitas Keberhasilan Durasi *Time Expected*



Gambar 4.16 Probabilitas Keberhasilan Durasi Pesimis

Melalui analisis yang dilakukan terhadap seluruh durasi menggunakan distribusi normal untuk mendapatkan persentase probabilitas keberhasilan dari masing-masing durasi dapat dilihat pada Gambar 4.17 yang termuat sebagai bentuk *range*.



Gambar 4.17 *Range* Durasi Penjadwalan Probabilistik dan Penjadwalan Deterministik

Keterangan:

- O = Durasi Optimis
- Te = *Time Expected*
- E = Durasi Eksisting
- P = Durasi Pesimis

Berdasarkan data durasi dan persentase probabilitas keberhasilan yang telah didapatkan, penjadwalan deterministik dari proyek pembangunan Tower 3 ITS untuk pekerjaan struktural bangunan utama dan bangunan annex yang merupakan durasi eksisting dengan total durasi selama 209 hari yang memiliki persentase probabilitas keberhasilan sebesar 47,48%. Hal ini berarti durasi eksisting yang telah direncanakan dapat dikatakan tidak cukup aman karena memiliki probabilitas terjadinya risiko yang lebih besar. Namun, jika dibandingkan dengan durasi *Time Expected* yang berselisih 1 hari yaitu memerlukan waktu selama 210 hari dengan tingkat probabilitas keberhasilan sebesar 50,04% yang berarti durasi eksisting dengan

menggunakan penjadwalan deterministik tidak memiliki selisih yang signifikan terhadap durasi *Time Expected* yang menggunakan analisis penjadwalan probabilistik. Oleh karena itu, durasi eksisting dengan 209 hari dapat dikatakan sebagai alternatif yang sudah baik dalam perencanaannya jika harus dibandingkan dengan durasi optimis yang memerlukan waktu selama 176 hari dengan tingkat probabilitas keberhasilan sebesar 1,14%, begitupun dengan durasi paling sering yang memerlukan waktu selama 204 hari dengan tingkat probabilitas keberhasilan sebesar 34,49%. Jika dibandingkan dengan kedua durasi tersebut, memang benar bahwa kedua durasi tersebut memiliki waktu pengerjaan yang lebih cepat dibandingkan durasi eksisting, namun dengan tingkat probabilitas keberhasilan yang sangat rendah dapat menyebabkan tingginya probabilitas terjadinya risiko. Sebaliknya, jika dibandingkan dengan durasi pesimis yang memiliki tingkat probabilitas keberhasilan sebesar 99,99% atau dapat dikatakan tidak akan terjadinya risiko yang dapat menyebabkan keterlambatan, durasi pesimis memerlukan waktu yang sangat lama dibandingkan dengan durasi eksisting yaitu dengan 266 hari.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pekerjaan struktural bangunan utama dan bangunan annex proyek pembangunan Tower 3 ITS dengan menggunakan analisis penjadwalan probabilistik melalui simulasi Monte Carlo, diperoleh dua kesimpulan utama yang menjawab tujuan penelitian ini.

1. Analisis probabilistik menghasilkan adanya tiga jenis durasi penyelesaian proyek, yaitu durasi optimis, durasi paling sering, dan durasi pesimis. Durasi optimis, yang menggambarkan waktu tercepat untuk menyelesaikan proyek, adalah 176 hari. Ini adalah skenario terbaik yang dapat dicapai jika semua faktor berjalan lancar tanpa hambatan berarti. Durasi paling sering, yaitu durasi yang paling sering terjadi berdasarkan simulasi, adalah 204 hari. Ini mencerminkan kondisi normal di mana beberapa kendala dan hambatan minor mungkin terjadi, namun masih dalam batas yang dapat diatasi. Sementara itu, durasi pesimis, yang merupakan waktu terlama yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, adalah 266 hari. Durasi ini menggambarkan skenario terburuk yang mungkin terjadi jika banyak hambatan dan masalah signifikan muncul selama proses pembangunan.
2. Durasi eksisting proyek yang menggunakan penjadwalan deterministik, yaitu pendekatan yang mengasumsikan bahwa setiap aktivitas proyek akan berlangsung sesuai dengan estimasi tanpa mempertimbangkan variabilitas atau ketidakpastian, ternyata berada dalam rentang hasil analisis probabilistik dengan probabilitas keberhasilan sebesar 47,48%. Walaupun dapat dikatakan tidak cukup aman karena berada di bawah 50% yang berarti probabilitas terjadinya risiko lebih dari 50%, namun total durasi yang hanya berbeda 1 hari dengan durasi *Time Expected* dapat disimpulkan bahwa jadwal eksisting masih cukup realistis dan sesuai dengan kondisi yang diantisipasi melalui simulasi Monte Carlo.

Dengan demikian, analisis probabilistik ini menunjukkan probabilitas risiko dan ketidakpastian yang ada di lapangan, yang membantu dalam memperoleh durasi pengerjaan proyek yang lebih baik. Analisis ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kemungkinan variasi dalam durasi proyek, sehingga memungkinkan perencanaan yang lebih efektif dan akurat dalam menghadapi ketidakpastian di lapangan.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, disarankan agar dilakukan analisis secara menyeluruh terhadap durasi penjadwalan proyek pembangunan Tower 3 ITS. Dalam penelitian ini, peneliti hanya melakukan analisis terhadap pekerjaan struktural untuk bangunan utama dan bangunan annex proyek pembangunan Tower 3 ITS ini. Dengan melakukan pendekatan probabilistik dengan mempertimbangkan berbagai risiko dan ketidakpastian yang mungkin terjadi di lapangan terhadap seluruh durasi proyek akan menghasilkan alternatif yang mungkin dapat menjadi opsi percepatan ataupun langkah mitigasi jika terjadi kendala. Dengan demikian, penjadwalan yang dihasilkan akan lebih realistis dan dapat diandalkan dalam menghadapi kondisi nyata di proyek.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. (2009). Evaluasi pembelajaran. PT Remaja Rosdakarya Offset.
- Blackley, J. A., Peltier, T. R., & Peltier, J. (2004). *Information Security Fundamentals*. CRC Press.
- Boediono, D. (2014). Statistika dan probabilitas (5th ed.). ROSDA.
- Budi Santosa. (2009). Manajemen proyek. Graha Ilmu.
- Ervianto, W. I. (2004). Teori aplikasi manajemen proyek konstruksi. Andi.
- Faisol. (2010). Mata kuliah perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Fisk, E. R., & Reynolds, W. D. (2014). Construction project administration. Pearson.
- Handayani, F. S., & Sugiyarto. (2016). Analisis pengendalian biaya proyek pada kontraktor sedang (grade 4 dan 5) D.I Yogyakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 4(2). <https://doi.org/10.20961/mateksi.v4i2.36985>
- Handoko, H. (2010). Manajemen personalia & sumber daya manusia. BPFE UGM.
- Hartono, & Ardian, A. (2015). Network planning. Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Heizer, Jay, & Render, B. (2006). Operations management (7th ed., Vol. 1). Penerbit Salemba Empat.
- Husen, A. (2009). Manajemen proyek. Andi Offset.
- Husen, A. (2011). Manajemen proyek. Andi Offset.
- Iriyanto, S. M., & Hommy, S. Y. O. (2017). Annalisa perencanaan waktu dengan metode PERT pada pelaksanaan proyek pembangunan gedung negara provinsi Papua. *Jurnal PORTAL SIPIL*, 6(2), 10–28.
- Kalos, M. H., & Whitlock, P. A. (2008). Monte carlo methods (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Kartika, N. K. C., Suardika, I. N., & Yuni, N. K. S. E. (2022). Analisis penjadwalan proyek dengan metode PERT dan simulasi monte carlo (studi kasus: proyek pembangunan SMAN 2 Kuta Utara). *Jurnal Politeknik Negeri Bali*.
- Kerzner, H. (2009). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling. John Wiley & Sons.
- Ketut, I. (2015). Rencana waktu yang paling mungkin pada proyek konstruksi dengan bantuan program @RISK. 13 PADURAKSA, 4(2).
- Koulinas, G. K., Xanthopoulos, A. S., & Koulouriotis, D. E. (2020). Schedule delay risk analysis in construction projects with a simulation-based Expert System. *Buildings*, 10(8).
- McLain, D. L. (2009). Evidence of the properties of an ambiguity tolerance measure: The multiple stimulus types ambiguity tolerance scale-II (MSTAT-II). *Psychological Report*. <https://doi.org/10.2466/PR0.105.3.975-988>
- Montgomery, D. C. (2011). Engineering statistics (5th ed.). WILEY.
- Nurhayati. (2010). Manajemen proyek. Graha Ilmu.
- Okagbue, H., S.O, E., Opanuga, A., Oguntunde, P., & Adeosun, M. (2014). Using the average of the extreme values of a triangular distribution for a transformation, and its

- approximant via the continuous uniform distribution. *British Journal of Mathematics & Computer Science*, 4(4). <https://doi.org/10.9734/BJMCS/2014/12299>
- Project Management Institute. (2017). A guide to the project management body of knowledge : (PMBOK guide) (6th ed.). Project Management Institute.
- Putra, J. G., & Sekarsari, J. (2020). Analisis penjadwalan proyek gedung bertingkat dengan metode PERT dan M-PERT menggunakan simulasi monte carlo. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(3), 533. <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i3.8395>
- Rahmadhani, M. B., Negara, K. P., & Hasyim, M. H. (2016). Penerapan metode monte carlo pada penjadwalan proyek gedung autis center kota blitar tahun 2013. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, 1(1), 130–141.
- Santoso, B. (2003). Manajemen proyek. Guna Widya.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). Manajemen proyek. In Google Books. CV. Pilar Nusantara.
- Soedibjo, B. S. (2010). *Statistika*. Jurnal Jurusan Manajemen Informatika Universitas Komputer Indonesia.
- Standards Association Of Australia, & Standards New Zealand. (2004). Handbook risk management guidelines: companion to AS/NZS 4360: 2004. Standards Australia/Standards New Zealand.
- Suryanto. (2019). Manajemen risiko dan asuransi. Universitas Terbuka.
- Teguh, V. P., Budiman, J., & Nugraha, P. (2022). Analisis penjadwalan proyek konstruksi menggunakan simulasi monte carlo studi kasus: Pembangunan rumah tinggal di Surabaya. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 9(2), 156–167. <https://doi.org/10.9744/duts.9.2.156-167>
- Zavadskas, E., Turskis, Z., Tamošaitiene, J., Kazimieras Zavadskas, E., & Tamošaitienė, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(1), 33–46. <https://doi.org/10.3846/jcem.2010.03>
- Zwikael, O., & Ahn, M. (2011). The effectiveness of risk management: An analysis of project risk planning across industries and countries. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(1), 25–37. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2010.01470.x>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Draft Kuesioner

Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya Menggunakan Simulasi Monte Carlo

1. Pengantar

Terima kasih banyak kepada bapak/ibu yang telah bersedia untuk meluangkan waktunya mengisi kuesioner ini. Kuesioner ini akan digunakan sebagai metode pengumpulan data guna menunjang keberhasilan penelitian Tugas Akhir penulis di Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Kuesioner ini berisikan item pekerjaan struktural untuk bangunan utama dan bangunan annex proyek pembangunan Tower 3 ITS. Bapak/ibu responden akan mengisikan estimasi durasi untuk setiap item pekerjaan yang ada berdasarkan pengalaman yang pernah dikerjakan oleh bapak/ibu. Penulis berharap kuesioner ini dapat diisi semaksimal mungkin agar penulis dapat menyajikan hasil penelitian yang sebenar-benarnya.

2. Pertanyaan

Nama :

Posisi :

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
dst				

Lampiran 3 Time Schedule Pekerjaan Struktural Bangunan Utama dan Bangunan Annex Proyek Tower 3 ITS (Dalam Hari)

Uraian Pekerjaan	Durasi	2023																															2024																																																																																												
		Ag	Se	Ok	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Ag	Se	Ok	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Ag	Se	Ok	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Ag	Se	Ok	Nov	Des	Jan	Feb	Mar																																																																																												
STRUKTUR TOWER 3 ITS	345																																																																																																																												
STRUKTUR STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA	345																																																																																																																												
STRUKTUR LANTAI	45																																																																																																																												
Pengukuran dan Setting	2																																																																																																																												
Pondasi Beton (Tipe dan Plat 1.1)	18																																																																																																																												
Saluran Drain (Tipe Cup)	7																																																																																																																												
Urusan Tanah Keras	7																																																																																																																												
STRUKTUR PONDASI	47																																																																																																																												
Pemontoran (Pondasi) Tiang Pancoran	36																																																																																																																												
Tipe 1. cup	11																																																																																																																												
STRUKTUR BETON	127																																																																																																																												
Pelaksanaan S/C	14																																																																																																																												
Form Tumpuan	14																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.1	4																																																																																																																												
Lantai Kerja	1																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.2	18																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.3	16																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.4	18																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.5	16																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.6	18																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.7	16																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.8	18																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.9	16																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.10	18																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.11	16																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.12	18																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom dan Balok	2																																																																																																																												
Tangga	2																																																																																																																												
STRUKTUR STRUKTURAL BANGUNAN ANNEX	144																																																																																																																												
STRUKTUR LANTAI	36																																																																																																																												
Pengukuran dan Setting	2																																																																																																																												
Saluran Drain (Tipe Cup)	7																																																																																																																												
Urusan Tanah Keras	7																																																																																																																												
STRUKTUR PONDASI	22																																																																																																																												
Pemontoran (Pondasi) Tiang Pancoran	19																																																																																																																												
Tipe 1. cup	3																																																																																																																												
STRUKTUR BETON	47																																																																																																																												
Pelaksanaan S/C	14																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.1	4																																																																																																																												
Lantai Kerja	1																																																																																																																												
Pier	4																																																																																																																												
Kolom	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.2	4																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.3	4																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur L1.4	4																																																																																																																												
Pier dan Balok	4																																																																																																																												
Kolom	2																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur Tangga	4																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur Tumpuan	4																																																																																																																												
STRUKTUR BAJA	18																																																																																																																												
Pelaksanaan Struktur Atap	18																																																																																																																												
Struktur Cangkang Wall	2																																																																																																																												
Struktur Cangkang Wall L1.1	2																																																																																																																												
Struktur Cangkang Wall L1.2	2																																																																																																																												
Struktur Cangkang Wall L1.3	2																																																																																																																												

Lampiran 4 Work Breakdown Structure Tower 3 ITS

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
	GEDUNG TOWER 3 ITS		
	PEKERJAAN STRUKTUR		
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA		
A.1	PEKERJAAN TANAH		
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3
A.2	PEKERJAAN PONDASI		
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'
A.2.2	Pile Cap		
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	842,51	m3
A.3	PEKERJAAN BETON		
A.3.1	Pekerjaan Sloof		
A.3.1.1	Beton Sloof		
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,91	m3
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	486,72	m2
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	27.895,29	kg
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	89,28	m3
A.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1		
A.3.2.1	Lantai Kerja	51,71	m3
A.3.2.2	Plat dan Balok		
A.3.2.2.1	a. Pembesian	12.087,93	kg
A.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	170,39	m2
A.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	27,02	m3
A.3.2.3	Kolom dan Shearwall		
A.3.2.3.1	a. Pembesian	49.636,31	kg
A.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	675,28	m2
A.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	229,54	m3
A.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2		
A.3.3.1	Plat dan Balok		
A.3.3.1.1	a. Pembesian	16.950,87	kg
A.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	534,33	m2
A.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	132,81	m3
A.3.3.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.3.2.1	a. Pembesian	25.959,84	kg
A.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	401,50	m2
A.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	129,46	m3
A.3.3.3	Tangga		
A.3.3.3.1	a. Pembesian	1.571,29	kg
A.3.3.3.2	b. Bekisting Multiplek	42,63	m2
A.3.3.3.3	c. Pengecoran Beton	10,52	m3
A.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3		
A.3.4.1	Plat dan Balok		

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
A.3.4.1.1	a. Pembesian	18.639,54	kg
A.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	628,45	m2
A.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	152,28	m3
A.3.4.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.4.2.1	a. Pembesian	25.995,56	kg
A.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	364,08	m2
A.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	119,56	m3
A.3.4.3	Tangga		
A.3.4.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg
A.3.4.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2
A.3.4.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3
A.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. 4		
A.3.5.1	Plat dan Balok		
A.3.5.1.1	a. Pembesian	19.595,52	kg
A.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	678,29	m2
A.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	161,29	m3
A.3.5.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.5.2.1	a. Pembesian	26.513,46	kg
A.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	391,92	m2
A.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	121,24	m3
A.3.5.3	Tangga		
A.3.5.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg
A.3.5.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2
A.3.5.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3
A.3.6	Pekerjaan Struktur Lt. 5		
A.3.6.1	Plat dan Balok		
A.3.6.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg
A.3.6.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2
A.3.6.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3
A.3.6.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.6.2.1	a. Pembesian	22.725,97	kg
A.3.6.2.2	b. Bekisting Multiplek	390,00	m2
A.3.6.2.3	c. Pengecoran Beton	121,12	m3
A.3.6.3	Tangga		
A.3.6.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg
A.3.6.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2
A.3.6.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3
A.3.7	Pekerjaan Struktur Lt. 6		
A.3.7.1	Plat dan Balok		
A.3.7.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg
A.3.7.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2
A.3.7.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3
A.3.7.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.7.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg
A.3.7.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2
A.3.7.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3
A.3.7.3	Tangga		
A.3.7.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg
A.3.7.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2
A.3.7.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
A.3.8	Pekerjaan Struktur Lt. 7		
A.3.8.1	Plat dan Balok		
A.3.8.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg
A.3.8.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2
A.3.8.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3
A.3.8.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.8.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg
A.3.8.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2
A.3.8.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3
A.3.8.3	Tangga		
A.3.8.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg
A.3.8.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2
A.3.8.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3
A.3.9	Pekerjaan Struktur Lt. 8		
A.3.9.1	Plat dan Balok		
A.3.9.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg
A.3.9.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2
A.3.9.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3
A.3.9.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.9.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg
A.3.9.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2
A.3.9.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3
A.3.9.3	Tangga		
A.3.9.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg
A.3.9.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2
A.3.9.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3
A.3.10	Pekerjaan Struktur Lt. 9		
A.3.10.1	Plat dan Balok		
A.3.10.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg
A.3.10.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2
A.3.10.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3
A.3.10.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.10.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg
A.3.10.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2
A.3.10.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3
A.3.10.3	Tangga		
A.3.10.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg
A.3.10.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2
A.3.10.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3
A.3.11	Pekerjaan Struktur Lt. 10		
A.3.11.1	Plat dan Balok		
A.3.11.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg
A.3.11.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2
A.3.11.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3
A.3.11.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.11.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg
A.3.11.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2
A.3.11.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3
A.3.11.3	Tangga		
A.3.11.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
A.3.11.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2
A.3.11.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3
A.3.12	Pekerjaan Struktur Lt. 11		
A.3.12.1	Plat dan Balok		
A.3.12.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg
A.3.12.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2
A.3.12.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3
A.3.12.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.12.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg
A.3.12.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2
A.3.12.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3
A.3.12.3	Tangga		
A.3.12.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg
A.3.12.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2
A.3.12.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3
A.3.13	Pekerjaan Struktur Lt. Atap		
A.3.13.1	Plat dan Balok		
A.3.13.1.1	a. Pembesian	31.821,82	kg
A.3.13.1.2	b. Bekisting Multiplek	891,46	m2
A.3.13.1.3	c. Pengecoran Beton	213,78	m3
A.3.13.2	Kolom dan Shearwall		
A.3.13.2.1	a. Pembesian	12.062,63	kg
A.3.13.2.2	b. Bekisting Multiplek	299,15	m2
A.3.13.2.3	c. Pengecoran Beton	83,51	m3
A.3.13.3	Tangga		
A.3.13.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg
A.3.13.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2
A.3.13.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3
A.4	PEKERJAAN STRUKTUR BAJA		
A.4.1	Struktur Kanopi Depan dan Curtain Wall		
A.4.1.1	a. Kolom WF	864,86	kg
A.4.1.2	b. Balok WF	2.681,23	kg
A.4.1.3	c. Base Plat t = 20 mm	52,60	kg
A.4.1.4	d. End Plat t = 12 mm	410,80	kg
A.4.1.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	98,91	kg
A.4.1.6	f. Angkur M22 - 70 cm	56,00	bh
A.4.1.7	g. Baut HTB M = 16 mm	297,92	kg
A.4.1.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	85,02	m2
A.4.2	Struktur Kanopi Belakang Lt. 2		
A.4.2.1	a. Kolom WF	4.834,62	kg
A.4.2.2	b. Balok WF	4.817,02	kg
A.4.2.3	c. Base Plat t = 20 mm	157,80	kg
A.4.2.4	d. End Plat t = 12 mm	1.516,80	kg
A.4.2.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	271,30	kg
A.4.2.6	f. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh
A.4.2.7	g. Baut HTB M = 16 mm	404,32	kg
A.4.2.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	52,52	m2
A.4.3	Struktur Kanopi Belakang Lt. 3		
A.4.3.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg
A.4.3.2	b. Balok WF	2.110,02	kg

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
A.4.3.3	c. End Plat t = 12 mm	568,80	kg
A.4.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	101,74	kg
A.4.3.5	e. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh
A.4.3.6	f. Baut HTB M = 16 mm	234,08	kg
A.4.3.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	87,90	m2
A.4.4	Struktur Kanopi Belakang Lt. 4		
A.4.4.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg
A.4.4.2	b. Balok WF	1.534,10	kg
A.4.4.3	c. End Plat t = 12 mm	505,60	kg
A.4.4.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	90,43	kg
A.4.4.5	e. Angkur M22 - 70 cm	48,00	bh
A.4.4.6	f. Baut HTB M = 16 mm	255,36	kg
A.4.4.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	56,00	m2
B	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX		
B.1	PEKERJAAN TANAH		
B.1.1	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	687,95	m3
B.1.2	Galian Tanah Pile Cap	137,16	m3
B.1.3	Urugan Tanah Kembali	16,65	m3
B.2	PEKERJAAN PONDASI		
B.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	1.380,00	m'
B.2.2	Pile Cap		
B.2.2.1	a. Lantai Kerja	0,79	m3
B.2.2.2	b. Bekisting Batako	188,52	m2
B.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	29.630,04	kg
B.2.2.4	d. Pengecoran Beton	137,16	m3
B.3	PEKERJAAN BETON		
B.3.1	Pekerjaan Sloof		
B.3.1.1	Beton Sloof		
B.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,35	m3
B.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	206,24	m2
B.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	12.360,58	kg
B.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	40,16	m3
B.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1		
B.3.2.1	Lantai Kerja	2,68	m3
B.3.2.2	Plat		
B.3.2.2.1	a. Pembesian	5.714,94	kg
B.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	285,68	m2
B.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	74,52	m3
B.3.2.3	Kolom		
B.3.2.3.1	a. Pembesian	13.815,67	kg
B.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	145,70	m2
B.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	54,99	m3
B.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2		
B.3.3.1	Plat dan Balok		
B.3.3.1.1	a. Pembesian	9.396,00	kg
B.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	239,37	m2
B.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	78,88	m3
B.3.3.2	Kolom		
B.3.3.2.1	a. Pembesian	9.481,67	kg
B.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	114,26	m2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
B.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	36,99	m3
B.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3		
B.3.4.1	Plat dan Balok		
B.3.4.1.1	a. Pembesian	4.700,09	kg
B.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	107,95	m2
B.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	37,86	m3
B.3.4.2	Kolom		
B.3.4.2.1	a. Pembesian	6.306,63	kg
B.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	76,06	m2
B.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	27,33	m3
B.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. Atap		
B.3.5.1	Plat dan Balok		
B.3.5.1.1	a. Pembesian	6.147,82	kg
B.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	105,50	m2
B.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	53,94	m3
B.3.5.2	Kolom		
B.3.5.2.1	a. Pembesian	119,39	kg
B.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	6,42	m2
B.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	0,39	m3
B.3.6	Pekerjaan Struktur Tangga		
B.3.6.1	a. Pembesian	1.242,68	kg
B.3.6.2	b. Bekisting Multiplek	32,89	m2
B.3.6.3	c. Pengecoran Beton	7,89	m3
B.3.7	Pekerjaan Struktur Tribun		
B.3.7.1	a. Pembesian	1.229,87	kg
B.3.7.2	b. Bekisting Multiplek	25,23	m2
B.3.7.3	c. Pengecoran Beton	7,66	m3
B.4	PEKERJAAN BAJA		
B.4.1	Pekerjaan Struktur Atap		
B.4.1.1	a. Kolom WF	569,80	kg
B.4.1.2	b. Balok WF	8.905,98	kg
B.4.1.3	c. Gording Canal	2.261,41	kg
B.4.1.4	d. Base Plat t = 20 mm	394,50	kg
B.4.1.5	e. End Plat t = 12 mm	790,00	kg
B.4.1.6	f. Stiffner Plat t = 8 mm	235,50	kg
B.4.1.7	g. Angkur M22 - 70 cm	40,64	kg
B.4.1.8	h. Baut HTB M = 16 mm	680,96	kg
B.4.1.9	i. Baut ATAP HTB M = 16 mm	521,36	kg
B.4.1.10	j. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	317,99	m2
B.4.2	Struktur Curtain Wall		
B.4.2.1	Struktur Curtain Wall Lt.1		
B.4.2.1.1	a. Balok WF	2.640,00	kg
B.4.2.1.2	b. Base Plat t = 20 mm	210,40	kg
B.4.2.1.3	c. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	64,00	m2
B.4.2.2	Struktur Curtain Wall Lt.2		
B.4.2.2.1	a. Balok WF	4.626,89	kg
B.4.2.2.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg
B.4.2.2.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg
B.4.2.2.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg
B.4.2.2.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
B.4.2.2.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2
B.4.2.3	Struktur Curtain Wall Lt.3		
B.4.2.3.1	a. Balok WF	4.626,89	kg
B.4.2.3.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg
B.4.2.3.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg
B.4.2.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg
B.4.2.3.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg
B.4.2.3.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2

Lampiran 5 Sequencing Durasi Eksisting

Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
A	GEDUNG TOWER 3 ITS	
B	PEKERJAAN STRUKTUR	
C	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA	
D	PEKERJAAN TANAH	
E	Pengurugan Sirtu (Kolam)	
F	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	H
G	Galian Tanah Pile Cap	J
H	Urugan Tanah Kembali	I, Q
I	PEKERJAAN PONDASI	
J	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	E
K	Pile Cap	
L	a. Lantai Kerja	G
M	b. Bekisting Batako	L
N	c. Pembesian Pilecap	M
O	d. Pengecoran Beton	N
P	PEKERJAAN BETON	
Q	Pekerjaan Sloof	
R	Beton Sloof	
S	a. Lantai Kerja	G
T	b. Bekisting Batako	L
U	c. Pembesian Sloof	M
V	d. Pengecoran Beton	N
W	Pekerjaan Struktur Lt.1	
X	Lantai Kerja	F
Y	Plat dan Balok	
Z	a. Pembesian	AC
AA	b. Bekisting Multiplek	AC
AB	c. Pengecoran Beton	Z, AA
AC	Kolom dan Shearwall	
AD	a. Pembesian	X
AE	b. Bekisting Multiplek	X
AF	c. Pengecoran Beton	AD, AE
AG	Pekerjaan Struktur Lt. 2	
AH	Plat dan Balok	
AI	a. Pembesian	AL
AJ	b. Bekisting Multiplek	AL
AK	c. Pengecoran Beton	AI, AJ
AL	Kolom dan Shearwall	
AM	a. Pembesian	W
AN	b. Bekisting Multiplek	W
AO	c. Pengecoran Beton	AM, AN
AP	Tangga	
AQ	a. Pembesian	AH

Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
AR	b. Bekisting Multiplek	AH
AS	c. Pengecoran Beton	AQ, AR
AT	Pekerjaan Struktur Lt. 3	
AU	Plat dan Balok	
AV	a. Pembesian	AY
AW	b. Bekisting Multiplek	AY
AX	c. Pengecoran Beton	AV, AW
AY	Kolom dan Shearwall	
AZ	a. Pembesian	AG
BA	b. Bekisting Multiplek	AG
BB	c. Pengecoran Beton	AZ, BA
BC	Tangga	
BD	a. Pembesian	AU
BE	b. Bekisting Multiplek	AU
BF	c. Pengecoran Beton	BD, BE
BG	Pekerjaan Struktur Lt. 4	
BH	Plat dan Balok	
BI	a. Pembesian	BL
BJ	b. Bekisting Multiplek	BL
BK	c. Pengecoran Beton	BI, BJ
BL	Kolom dan Shearwall	
BM	a. Pembesian	AT
BN	b. Bekisting Multiplek	AT
BO	c. Pengecoran Beton	BM, BN
BP	Tangga	
BQ	a. Pembesian	BH
BR	b. Bekisting Multiplek	BH
BS	c. Pengecoran Beton	BQ, BR
BT	Pekerjaan Struktur Lt. 5	
BU	Plat dan Balok	
BV	a. Pembesian	BY
BW	b. Bekisting Multiplek	BY
BX	c. Pengecoran Beton	BV, BW
BY	Kolom dan Shearwall	
BZ	a. Pembesian	BG
CA	b. Bekisting Multiplek	BG
CB	c. Pengecoran Beton	CA, CB
CC	Tangga	
CD	a. Pembesian	BU
CE	b. Bekisting Multiplek	BU
CF	c. Pengecoran Beton	CD, CE
CG	Pekerjaan Struktur Lt. 6	
CH	Plat dan Balok	
CI	a. Pembesian	CL
CJ	b. Bekisting Multiplek	CL
CK	c. Pengecoran Beton	CI, CJ

Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
CL	Kolom dan Shearwall	
CM	a. Pembesian	BT
CN	b. Bekisting Multiplek	BT
CO	c. Pengecoran Beton	CM, CN
CP	Tangga	
CQ	a. Pembesian	CH
CR	b. Bekisting Multiplek	CH
CS	c. Pengecoran Beton	CQ, CR
CT	Pekerjaan Struktur Lt. 7	
CU	Plat dan Balok	
CV	a. Pembesian	CY
CW	b. Bekisting Multiplek	CY
CX	c. Pengecoran Beton	CV, CW
CY	Kolom dan Shearwall	
CZ	a. Pembesian	CG
DA	b. Bekisting Multiplek	CG
DB	c. Pengecoran Beton	CZ, DA
DC	Tangga	
DD	a. Pembesian	CU
DE	b. Bekisting Multiplek	CU
DF	c. Pengecoran Beton	DD, DE
DG	Pekerjaan Struktur Lt. 8	
DH	Plat dan Balok	
DI	a. Pembesian	DL
DJ	b. Bekisting Multiplek	DL
DK	c. Pengecoran Beton	DI, DJ
DL	Kolom dan Shearwall	
DM	a. Pembesian	CT
DN	b. Bekisting Multiplek	CT
DO	c. Pengecoran Beton	DM, DN
DP	Tangga	
DQ	a. Pembesian	DH
DR	b. Bekisting Multiplek	DH
DS	c. Pengecoran Beton	DQ, DR
DT	Pekerjaan Struktur Lt. 9	
DU	Plat dan Balok	
DV	a. Pembesian	DY
DW	b. Bekisting Multiplek	DY
DX	c. Pengecoran Beton	DV, DW
DY	Kolom dan Shearwall	
DZ	a. Pembesian	DG
EA	b. Bekisting Multiplek	DG
EB	c. Pengecoran Beton	DZ, EA
EC	Tangga	
ED	a. Pembesian	DU
EE	b. Bekisting Multiplek	DU

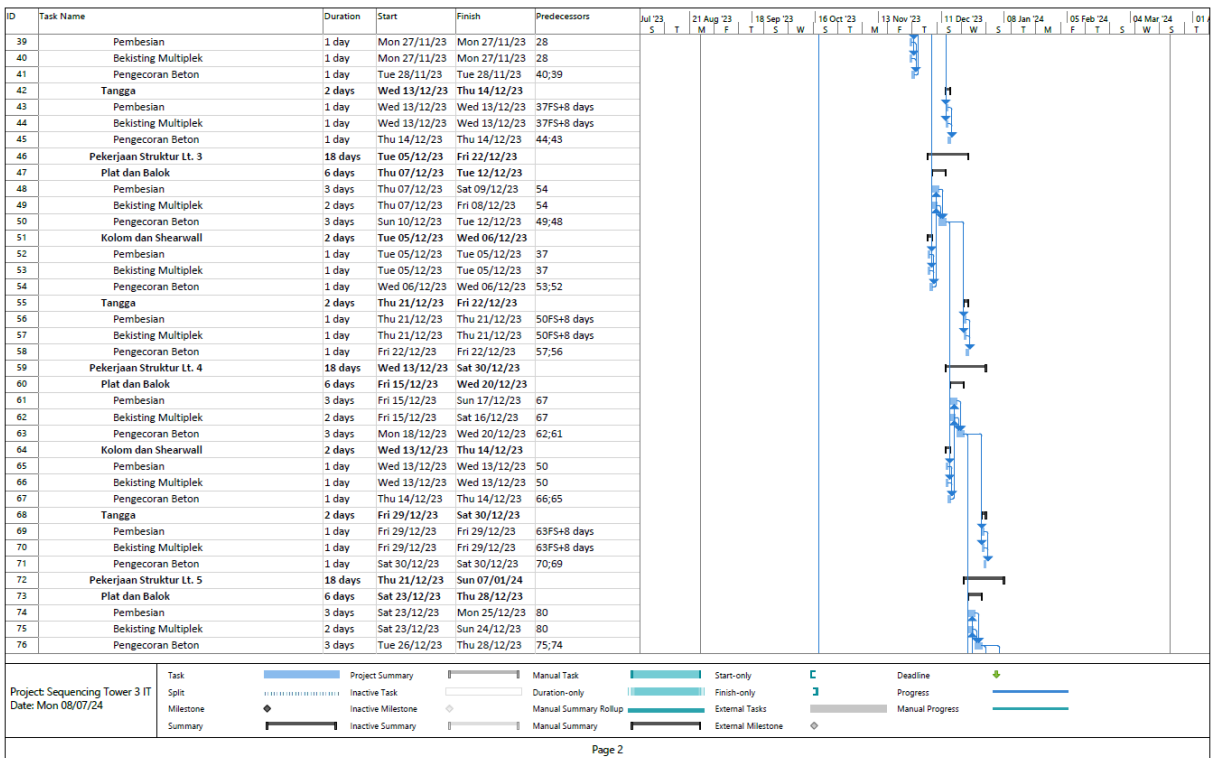
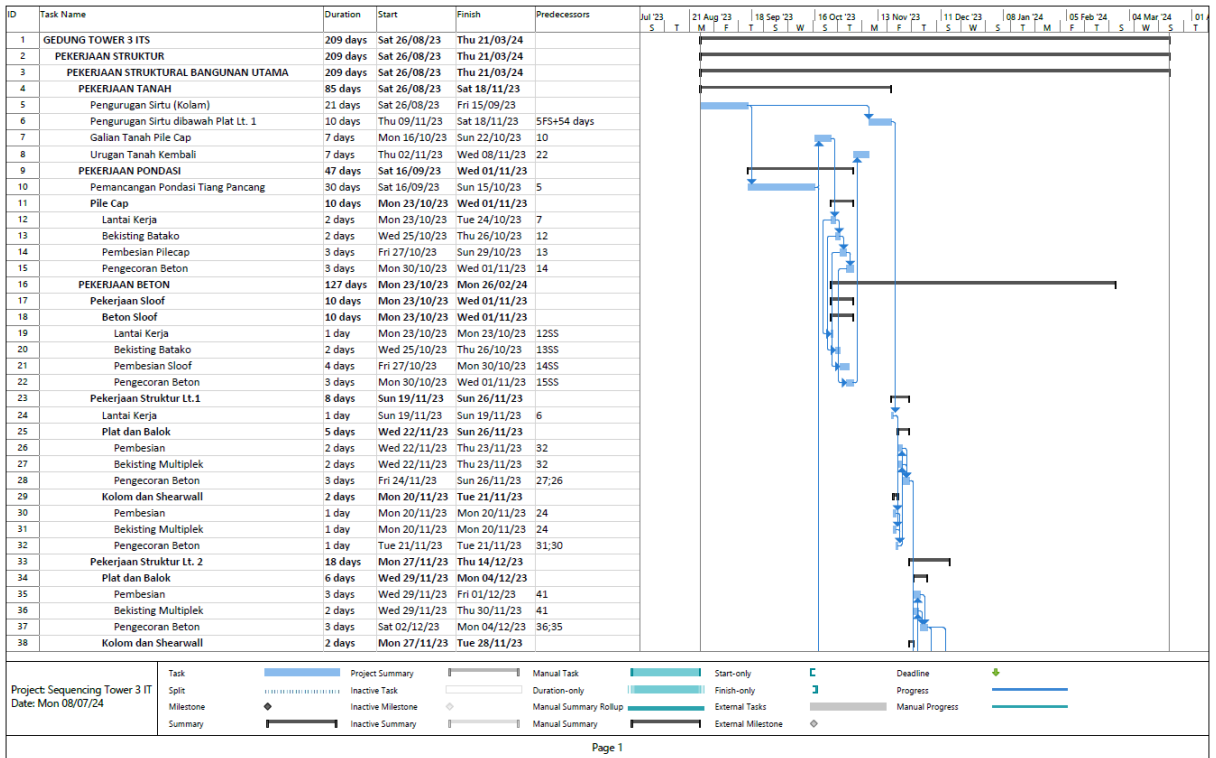
Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
EF	c. Pengecoran Beton	ED, EF
EG	Pekerjaan Struktur Lt. 10	
EH	Plat dan Balok	
EI	a. Pembesian	EL
EJ	b. Bekisting Multiplek	EL
EK	c. Pengecoran Beton	EI, EJ
EL	Kolom dan Shearwall	
EM	a. Pembesian	DT
EN	b. Bekisting Multiplek	DT
EO	c. Pengecoran Beton	EM, EN
EP	Tangga	
EQ	a. Pembesian	EH
ER	b. Bekisting Multiplek	EH
ES	c. Pengecoran Beton	EQ, ER
ET	Pekerjaan Struktur Lt. 11	
EU	Plat dan Balok	
EV	a. Pembesian	EY
EW	b. Bekisting Multiplek	EY
EX	c. Pengecoran Beton	EV, EW
EY	Kolom dan Shearwall	
EZ	a. Pembesian	EG
FA	b. Bekisting Multiplek	EG
FB	c. Pengecoran Beton	EZ, FA
FC	Tangga	
FD	a. Pembesian	EU
FE	b. Bekisting Multiplek	EU
FF	c. Pengecoran Beton	FD, FE
FG	Pekerjaan Struktur Lt. Atap	
FH	Plat dan Balok	
FI	a. Pembesian	FL
FJ	b. Bekisting Multiplek	FL
FK	c. Pengecoran Beton	FI, FJ
FL	Kolom dan Shearwall	
FM	a. Pembesian	ET
FN	b. Bekisting Multiplek	ET
FO	c. Pengecoran Beton	FM, FN
FP	Tangga	
FQ	a. Pembesian	FH
FR	b. Bekisting Multiplek	FH
FS	c. Pengecoran Beton	FR, FS
FT	PEKERJAAN STRUKTUR BAJA	
FU	Struktur Kanopi Depan dan Curtain Wall	
FV	a. Kolom WF	FH
FW	b. Balok WF	FV, FX, FZ, GA
FX	c. Base Plat t = 20 mm	FH
FY	d. End Plat t = 12 mm	FV, FX, FZ, GA

Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
FZ	e. Stiffner Plat t = 8 mm	FH
GA	f. Angkur M22 - 70 cm	FH
GB	g. Baut HTB M = 16 mm	FV, FX, FZ, GA
GC	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	FW, FY, GB
GD	Struktur Kanopi Belakang Lt. 2	
GE	a. Kolom WF	FU
GF	b. Balok WF	GE, GG, GI, GJ
GG	c. Base Plat t = 20 mm	FU
GH	d. End Plat t = 12 mm	GE, GG, GI, GJ
GI	e. Stiffner Plat t = 8 mm	FU
GJ	f. Angkur M22 - 70 cm	FU
GK	g. Baut HTB M = 16 mm	GE, GG, GI, GJ
GL	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	GF, GH, GK
GM	Struktur Kanopi Belakang Lt. 3	
GN	a. Kolom WF	GD
GO	b. Balok WF	GN, GQ, GR
GP	c. End Plat t = 12 mm	GN, GQ, GR
GQ	d. Stiffner Plat t = 8 mm	GD
GR	e. Angkur M22 - 70 cm	GD
GS	f. Baut HTB M = 16 mm	GN, GQ, GR
GT	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	GO, GP, GS
GU	Struktur Kanopi Belakang Lt. 4	
GV	a. Kolom WF	GM
GW	b. Balok WF	GV, GY, GZ
GX	c. End Plat t = 12 mm	GV, GY, GZ
GY	d. Stiffner Plat t = 8 mm	GM
GZ	e. Angkur M22 - 70 cm	GM
HA	f. Baut HTB M = 16 mm	GV, GY, GZ
HB	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	GW, GX, HA
HC	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX	
HD	PEKERJAAN TANAH	
HE	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	HG
HF	Galian Tanah Pile Cap	HI
HG	Urugan Tanah Kembali	HH, HP
HH	PEKERJAAN PONDASI	
HI	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	J
HJ	Pile Cap	
HK	a. Lantai Kerja	HF
HL	b. Bekisting Batako	HK
HM	c. Pembesian Pilecap	HL
HN	d. Pengecoran Beton	HM
HO	PEKERJAAN BETON	
HP	Pekerjaan Sloof	
HQ	Beton Sloof	
HR	a. Lantai Kerja	HF
HS	b. Bekisting Batako	HK

Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
HT	c. Pembesian Sloof	HL
HU	d. Pengecoran Beton	HM
HV	Pekerjaan Struktur Lt.1	
HW	Lantai Kerja	HE
HX	Plat	
HY	a. Pembesian	IB
HZ	b. Bekisting Multiplek	IB
IA	c. Pengecoran Beton	HY, HZ
IB	Kolom	
IC	a. Pembesian	HW
ID	b. Bekisting Multiplek	HW
IE	c. Pengecoran Beton	IC, ID
IF	Pekerjaan Struktur Lt. 2	
IG	Plat dan Balok	
IH	a. Pembesian	IK
II	b. Bekisting Multiplek	IK
IJ	c. Pengecoran Beton	IH, II
IK	Kolom	
IL	a. Pembesian	HV
IM	b. Bekisting Multiplek	HV
IN	c. Pengecoran Beton	IL, IM
IO	Pekerjaan Struktur Lt. 3	
IP	Plat dan Balok	
IQ	a. Pembesian	IT
IR	b. Bekisting Multiplek	IT
IS	c. Pengecoran Beton	IQ, IR
IT	Kolom	
IU	a. Pembesian	IF
IV	b. Bekisting Multiplek	IF
IW	c. Pengecoran Beton	IU, IV
IX	Pekerjaan Struktur Lt. Atap	
IY	Plat dan Balok	
IZ	a. Pembesian	JC
JA	b. Bekisting Multiplek	JC
JB	c. Pengecoran Beton	IZ, JA
JC	Kolom	
JD	a. Pembesian	IO
JE	b. Bekisting Multiplek	IO
JF	c. Pengecoran Beton	JD, JE
JG	Pekerjaan Struktur Tangga	
JH	a. Pembesian	IX
JI	b. Bekisting Multiplek	IX
JJ	c. Pengecoran Beton	JH, JI
JK	Pekerjaan Struktur Tribun	
JL	a. Pembesian	JG
JM	b. Bekisting Multiplek	JG

Node	Uraian Pekerjaan	Predecessor
JN	c. Pengecoran Beton	JL, JM
JO	PEKERJAAN BAJA	
JP	Pekerjaan Struktur Atap	
JQ	a. Kolom WF	IX
JR	b. Balok WF	JQ, JT, JV, JW
JS	c. Gording Canal	JR, JU, JX
JT	d. Base Plat t = 20 mm	IX
JU	e. End Plat t = 12 mm	JQ, JT, JV, JW
JV	f. Stiffner Plat t = 8 mm	IX
JW	g. Angkur M22 - 70 cm	IX
JX	h. Baut HTB M = 16 mm	JQ, JT, JV, JW
JY	i. Baut ATAP HTB M = 16 mm	JR, JU, JX
JZ	j. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	JS, JY
KA	Struktur Curtain Wall	
KB	Struktur Curtain Wall Lt.1	
KC	a. Balok WF	JP
KD	b. Base Plat t = 20 mm	JP
KE	c. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	KC, KD
KF	Struktur Curtain Wall Lt.2	
KG	a. Balok WF	KB
KH	b. End Plat t = 12 mm	KG
KI	c. Angkur M22 - 70 cm	KG
KJ	d. Stiffner Plat t = 8 mm	KG
KK	e. Baut HTB M = 16 mm	KG
KL	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	KH, KI, KJ, KK
KM	Struktur Curtain Wall Lt.3	
KN	a. Balok WF	KF
KO	b. End Plat t = 12 mm	KN
KP	c. Angkur M22 - 70 cm	KN
KQ	d. Stiffner Plat t = 8 mm	KN
KR	e. Baut HTB M = 16 mm	KN
KS	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	KO, KP, KQ, KR

Lampiran 6 Penjadwalan Deterministik



Lampiran 7 Durasi Hasil Kuesioner

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi					
				R1	R2	R3	R4	R5	R6
	GEDUNG TOWER 3 ITS								
	PEKERJAAN STRUKTUR								
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA								
A.1	PEKERJAAN TANAH								
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3	17	21	19	19	20	18
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3	10	11	8	10	5	9
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3	4	4	7	5	3	4
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3	3	4	6	4	2	4
A.2	PEKERJAAN PONDASI								
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'	23	31	27	26	28	31
A.2.2	Pile Cap								
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3	1	1	2	2	3	2
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2	2	4	3	3	2	2
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg	4	4	4	3	6	4
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	842,51	m3	6	2	4	3	3	3
A.3	PEKERJAAN BETON								
A.3.1	Pekerjaan Sloof								
A.3.1.1	Beton Sloof								
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,91	m3	1	1	2	2	1	1
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	486,72	m2	2	2	3	1	2	2
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	27.895,29	kg	4	2	3	3	3	3
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	89,28	m3	3	2	2	2	2	2
A.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1								
A.3.2.1	Lantai Kerja	51,71	m3	1	1	3	2	2	1
A.3.2.2	Plat dan Balok								
A.3.2.2.1	a. Pembesian	12.087,93	kg	4	2	3	2	2	3
A.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	170,39	m2	2	2	1	1	1	2
A.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	27,02	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.2.3	Kolom dan Shearwall								
A.3.2.3.1	a. Pembesian	49.636,31	kg	2	3	3	1	2	2
A.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	675,28	m2	1	1	2	1	1	2
A.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	229,54	m3	1	1	2	1	2	2
A.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2								
A.3.3.1	Plat dan Balok								
A.3.3.1.1	a. Pembesian	16.950,87	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	534,33	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	132,81	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.3.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.3.2.1	a. Pembesian	25.959,84	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	401,50	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	129,46	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.3.3	Tangga								
A.3.3.3.1	a. Pembesian	1.571,29	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.3.3.2	b. Bekisting Multiplek	42,63	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.3.3.3	c. Pengecoran Beton	10,52	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3								
A.3.4.1	Plat dan Balok								
A.3.4.1.1	a. Pembesian	18.639,54	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	628,45	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	152,28	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.4.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.4.2.1	a. Pembesian	25.995,56	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	364,08	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	119,56	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.4.3	Tangga								
A.3.4.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.4.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.4.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. 4								

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi					
				R1	R2	R3	R4	R5	R6
A.3.5.1	Plat dan Balok								
A.3.5.1.1	a. Pembesian	19.595,52	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	678,29	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	161,29	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.5.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.5.2.1	a. Pembesian	26.513,46	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	391,92	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	121,24	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.5.3	Tangga								
A.3.5.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.5.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.5.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.6	Pekerjaan Struktur Lt. 5								
A.3.6.1	Plat dan Balok								
A.3.6.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.6.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.6.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.6.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.6.2.1	a. Pembesian	22.725,97	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.6.2.2	b. Bekisting Multiplek	390,00	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.6.2.3	c. Pengecoran Beton	121,12	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.6.3	Tangga								
A.3.6.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.6.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.6.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.7	Pekerjaan Struktur Lt. 6								
A.3.7.1	Plat dan Balok								
A.3.7.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.7.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.7.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.7.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.7.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.7.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.7.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.7.3	Tangga								
A.3.7.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.7.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.7.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.8	Pekerjaan Struktur Lt. 7								
A.3.8.1	Plat dan Balok								
A.3.8.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.8.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.8.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.8.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.8.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.8.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.8.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.8.3	Tangga								
A.3.8.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.8.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.8.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.9	Pekerjaan Struktur Lt. 8								
A.3.9.1	Plat dan Balok								
A.3.9.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.9.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.9.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.9.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.9.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.9.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.9.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.9.3	Tangga								
A.3.9.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.9.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2	1	1	1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi					
				R1	R2	R3	R4	R5	R6
A.3.9.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.10	Pekerjaan Struktur Lt. 9								
A.3.10.1	Plat dan Balok								
A.3.10.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.10.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.10.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.10.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.10.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.10.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.10.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.10.3	Tangga								
A.3.10.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.10.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.10.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.11	Pekerjaan Struktur Lt. 10								
A.3.11.1	Plat dan Balok								
A.3.11.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.11.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.11.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.11.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.11.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.11.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.11.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.11.3	Tangga								
A.3.11.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.11.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.11.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.12	Pekerjaan Struktur Lt. 11								
A.3.12.1	Plat dan Balok								
A.3.12.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.12.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.12.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.12.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.12.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.12.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.12.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.12.3	Tangga								
A.3.12.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.12.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.12.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2	1	1	1
A.3.13	Pekerjaan Struktur Lt. Atap								
A.3.13.1	Plat dan Balok								
A.3.13.1.1	a. Pembesian	31.821,82	kg	3	2	4	4	3	2
A.3.13.1.2	b. Bekisting Multiplek	891,46	m2	2	2	3	2	3	2
A.3.13.1.3	c. Pengecoran Beton	213,78	m3	2	2	3	2	2	2
A.3.13.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.13.2.1	a. Pembesian	12.062,63	kg	2	2	3	3	2	2
A.3.13.2.2	b. Bekisting Multiplek	299,15	m2	2	1	2	1	1	2
A.3.13.2.3	c. Pengecoran Beton	83,51	m3	1	1	2	1	1	2
A.3.13.3	Tangga								
A.3.13.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	1	2	1	2	2
A.3.13.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2	1	1	1
A.3.13.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2	1	1	1
A.4	PEKERJAAN STRUKTUR BAJA								
A.4.1	Struktur Kanopi Depan dan Curtain Wall								
A.4.1.1	a. Kolom WF	864,86	kg	1	2	3	1	2	2
A.4.1.2	b. Balok WF	2.681,23	kg	2	2	4	3	2	3
A.4.1.3	c. Base Plat t = 20 mm	52,60	kg	1	1	2	2	1	1
A.4.1.4	d. End Plat t = 12 mm	410,80	kg	2	2	2	2	3	2
A.4.1.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	98,91	kg	1	1	2	1	2	1
A.4.1.6	f. Angkur M22 - 70 cm	56,00	bh	1	1	2	1	2	1
A.4.1.7	g. Baut HTB M = 16 mm	297,92	kg	1	2	3	2	2	1
A.4.1.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	85,02	m2	1	1	2	2	1	1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi					
				R1	R2	R3	R4	R5	R6
A.4.2	Struktur Kanopi Belakang Lt. 2								
A.4.2.1	a. Kolom WF	4.834,62	kg	2	3	4	3	3	2
A.4.2.2	b. Balok WF	4.817,02	kg	2	3	4	3	3	2
A.4.2.3	c. Base Plat t = 20 mm	157,80	kg	1	2	1	1	1	2
A.4.2.4	d. End Plat t = 12 mm	1.516,80	kg	2	2	3	3	3	3
A.4.2.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	271,30	kg	1	2	1	1	2	2
A.4.2.6	f. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh	1	2	1	1	3	2
A.4.2.7	g. Baut HTB M = 16 mm	404,32	kg	2	1	2	2	2	1
A.4.2.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	52,52	m2	1	1	2	1	1	1
A.4.3	Struktur Kanopi Belakang Lt. 3								
A.4.3.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg	2	2	3	2	2	2
A.4.3.2	b. Balok WF	2.110,02	kg	2	2	3	2	2	2
A.4.3.3	c. End Plat t = 12 mm	568,80	kg	1	1	2	2	1	2
A.4.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	101,74	kg	2	1	2	1	1	1
A.4.3.5	e. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh	1	2	1	1	1	1
A.4.3.6	f. Baut HTB M = 16 mm	234,08	kg	1	2	2	1	1	2
A.4.3.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	87,90	m2	1	2	2	1	2	2
A.4.4	Struktur Kanopi Belakang Lt. 4								
A.4.4.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg	2	2	3	1	2	2
A.4.4.2	b. Balok WF	1.534,10	kg	1	1	2	1	2	2
A.4.4.3	c. End Plat t = 12 mm	505,60	kg	1	1	2	2	1	2
A.4.4.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	90,43	kg	2	1	1	2	1	1
A.4.4.5	e. Angkur M22 - 70 cm	48,00	bh	1	1	2	1	1	1
A.4.4.6	f. Baut HTB M = 16 mm	255,36	kg	1	2	2	1	1	2
A.4.4.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	56,00	m2	1	1	2	1	2	1
B	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX								
B.1	PEKERJAAN TANAH								
B.1.1	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	687,95	m3	6	9	10	8	8	7
B.1.2	Galian Tanah Pile Cap	137,16	m3	3	5	8	7	5	5
B.1.3	Urugan Tanah Kembali	16,65	m3	2	5	4	2	3	3
B.2	PEKERJAAN PONDASI								
B.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	1.380,00	m'	14	17	14	15	13	12
B.2.2	Pile Cap								
B.2.2.1	a. Lantai Kerja	0,79	m3	1	1	2	1	1	1
B.2.2.2	b. Bekisting Batako	188,52	m2	2	1	2	2	2	2
B.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	29.630,04	kg	3	5	4	4	3	4
B.2.2.4	d. Pengecoran Beton	137,16	m3	3	2	2	1	2	2
B.3	PEKERJAAN BETON								
B.3.1	Pekerjaan Sloof								
B.3.1.1	Beton Sloof								
B.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,35	m3	1	1	2	1	1	1
B.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	206,24	m2	2	2	3	1	2	2
B.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	12.360,58	kg	2	4	3	2	3	3
B.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	40,16	m3	1	2	2	1	1	2
B.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1								
B.3.2.1	Lantai Kerja	2,68	m3	1	1	2	1	2	1
B.3.2.2	Plat								
B.3.2.2.1	a. Pembesian	5.714,94	kg	2	2	2	3	3	2
B.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	285,68	m2	2	1	2	3	1	2
B.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	74,52	m3	1	1	2	1	2	1
B.3.2.3	Kolom								
B.3.2.3.1	a. Pembesian	13.815,67	kg	2	3	2	1	3	2
B.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	145,70	m2	2	1	1	1	1	1
B.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	54,99	m3	1	1	2	1	1	1
B.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2								
B.3.3.1	Plat dan Balok								
B.3.3.1.1	a. Pembesian	9.396,00	kg	3	2	2	2	2	3
B.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	239,37	m2	2	2	2	2	1	2
B.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	78,88	m3	2	2	1	2	2	1
B.3.3.2	Kolom								
B.3.3.2.1	a. Pembesian	9.481,67	kg	2	2	2	1	2	1
B.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	114,26	m2	2	2	1	1	1	1
B.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	36,99	m3	1	2	1	1	1	1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi					
				R1	R2	R3	R4	R5	R6
B.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3								
B.3.4.1	Plat dan Balok								
B.3.4.1.1	a. Pembesian	4.700,09	kg	3	2	2	2	2	3
B.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	107,95	m2	2	2	2	2	1	2
B.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	37,86	m3	2	2	1	2	2	1
B.3.4.2	Kolom								
B.3.4.2.1	a. Pembesian	6.306,63	kg	2	2	2	1	2	1
B.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	76,06	m2	2	2	1	1	1	1
B.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	27,33	m3	1	2	1	1	1	1
B.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. Atap								
B.3.5.1	Plat dan Balok								
B.3.5.1.1	a. Pembesian	6.147,82	kg	3	2	2	2	2	3
B.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	105,50	m2	2	2	2	2	1	2
B.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	53,94	m3	2	2	1	2	2	1
B.3.5.2	Kolom								
B.3.5.2.1	a. Pembesian	119,39	kg	1	2	1	1	2	1
B.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	6,42	m2	1	2	2	1	1	1
B.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	0,39	m3	1	2	1	1	1	1
B.3.6	Pekerjaan Struktur Tangga								
B.3.6.1	a. Pembesian	1.242,68	kg	2	2	1	3	2	2
B.3.6.2	b. Bekisting Multiplek	32,89	m2	1	1	1	2	2	2
B.3.6.3	c. Pengecoran Beton	7,89	m3	1	1	1	3	2	2
B.3.7	Pekerjaan Struktur Tribun								
B.3.7.1	a. Pembesian	1.229,87	kg	2	2	1	3	2	3
B.3.7.2	b. Bekisting Multiplek	25,23	m2	1	1	1	2	2	2
B.3.7.3	c. Pengecoran Beton	7,66	m3	1	1	1	3	2	1
B.4	PEKERJAAN BAJA								
B.4.1	Pekerjaan Struktur Atap								
B.4.1.1	a. Kolom WF	569,80	kg	3	2	4	2	4	3
B.4.1.2	b. Balok WF	8.905,98	kg	6	4	5	5	5	3
B.4.1.3	c. Gording Canal	2.261,41	kg	2	2	1	3	2	2
B.4.1.4	d. Base Plat t = 20 mm	394,50	kg	2	3	2	2	2	3
B.4.1.5	e. End Plat t = 12 mm	790,00	kg	2	3	2	2	2	3
B.4.1.6	f. Stiffner Plat t = 8 mm	235,50	kg	1	2	1	1	2	1
B.4.1.7	g. Angkur M22 - 70 cm	40,64	kg	1	1	1	2	1	1
B.4.1.8	h. Baut HTB M = 16 mm	680,96	kg	2	2	4	1	3	2
B.4.1.9	i. Baut ATAP HTB M = 16 mm	521,36	kg	2	2	2	1	2	2
B.4.1.10	j. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	317,99	m2	2	1	2	3	3	2
B.4.2	Struktur Curtain Wall								
B.4.2.1	Struktur Curtain Wall Lt.1								
B.4.2.1.1	a. Balok WF	2.640,00	kg	3	2	4	3	3	2
B.4.2.1.2	b. Base Plat t = 20 mm	210,40	kg	2	2	1	3	2	1
B.4.2.1.3	c. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	64,00	m2	2	1	1	3	1	1
B.4.2.2	Struktur Curtain Wall Lt.2								
B.4.2.2.1	a. Balok WF	4.626,89	kg	3	2	5	3	4	3
B.4.2.2.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg	2	2	4	2	3	2
B.4.2.2.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg	2	1	2	2	3	2
B.4.2.2.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg	2	1	2	2	3	2
B.4.2.2.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg	2	2	3	2	3	3
B.4.2.2.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2	2	1	1	1	2	2
B.4.2.3	Struktur Curtain Wall Lt.3								
B.4.2.3.1	a. Balok WF	4.626,89	kg	3	2	5	3	4	4
B.4.2.3.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg	2	2	4	2	3	3
B.4.2.3.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg	2	1	2	2	3	2
B.4.2.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg	2	1	2	2	3	2
B.4.2.3.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg	2	2	3	2	3	3
B.4.2.3.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2	2	1	1	1	2	2

Lampiran 8 Rekapitulasi Hasil Kuesioner

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi		
				O	M	P
	GEDUNG TOWER 3 ITS					
	PEKERJAAN STRUKTUR					
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA					
A.1	PEKERJAAN TANAH					
A.1.2	Pengurugan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3	17	19	21
A.1.3	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3	5	10	11
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3	3	4	7
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3	2	4	6
A.2	PEKERJAAN PONDASI					
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'	23	31	31
A.2.2	Pile Cap					
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3	1	2	3
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2	2	2	4
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg	3	4	6
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	842,51	m3	2	3	6
A.3	PEKERJAAN BETON					
A.3.1	Pekerjaan Sloof					
A.3.1.1	Beton Sloof					
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,91	m3	1	1	2
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	486,72	m2	1	2	3
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	27.895,29	kg	2	3	4
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	89,28	m3	2	2	3
A.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1					
A.3.2.1	Lantai Kerja	51,71	m3	1	1	3
A.3.2.2	Plat dan Balok					
A.3.2.2.1	a. Pembesian	12.087,93	kg	2	2	4
A.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	170,39	m2	1	2	2
A.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	27,02	m3	1	1	2
A.3.2.3	Kolom dan Shearwall					
A.3.2.3.1	a. Pembesian	49.636,31	kg	1	2	3
A.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	675,28	m2	1	1	2
A.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	229,54	m3	1	2	2
A.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2					
A.3.3.1	Plat dan Balok					
A.3.3.1.1	a. Pembesian	16.950,87	kg	2	3	4
A.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	534,33	m2	2	2	3
A.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	132,81	m3	2	2	3
A.3.3.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.3.2.1	a. Pembesian	25.959,84	kg	2	2	3
A.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	401,50	m2	1	1	2
A.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	129,46	m3	1	1	2
A.3.3.3	Tangga					
A.3.3.3.1	a. Pembesian	1.571,29	kg	1	2	2
A.3.3.3.2	b. Bekisting Multiplek	42,63	m2	1	1	2
A.3.3.3.3	c. Pengecoran Beton	10,52	m3	1	1	2
A.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3					
A.3.4.1	Plat dan Balok					
A.3.4.1.1	a. Pembesian	18.639,54	kg	2	3	4
A.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	628,45	m2	2	2	3
A.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	152,28	m3	2	2	3
A.3.4.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.4.2.1	a. Pembesian	25.995,56	kg	2	2	3
A.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	364,08	m2	1	1	2
A.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	119,56	m3	1	1	2
A.3.4.3	Tangga					
A.3.4.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	2	2
A.3.4.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi		
				O	M	P
A.3.4.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2
A.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. 4					
A.3.5.1	Plat dan Balok					
A.3.5.1.1	a. Pembesian	19.595,52	kg	2	3	4
A.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	678,29	m2	2	2	3
A.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	161,29	m3	2	2	3
A.3.5.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.5.2.1	a. Pembesian	26.513,46	kg	2	2	3
A.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	391,92	m2	1	1	2
A.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	121,24	m3	1	1	2
A.3.5.3	Tangga					
A.3.5.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	2	2
A.3.5.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2
A.3.5.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2
A.3.6	Pekerjaan Struktur Lt. 5					
A.3.6.1	Plat dan Balok					
A.3.6.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2	3	4
A.3.6.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3
A.3.6.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3
A.3.6.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.6.2.1	a. Pembesian	22.725,97	kg	2	2	3
A.3.6.2.2	b. Bekisting Multiplek	390,00	m2	1	1	2
A.3.6.2.3	c. Pengecoran Beton	121,12	m3	1	1	2
A.3.6.3	Tangga					
A.3.6.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	2	2
A.3.6.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2
A.3.6.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2
A.3.7	Pekerjaan Struktur Lt. 6					
A.3.7.1	Plat dan Balok					
A.3.7.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2	3	4
A.3.7.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3
A.3.7.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3
A.3.7.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.7.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2	3
A.3.7.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1	2
A.3.7.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2
A.3.7.3	Tangga					
A.3.7.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	2	2
A.3.7.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2
A.3.7.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2
A.3.8	Pekerjaan Struktur Lt. 7					
A.3.8.1	Plat dan Balok					
A.3.8.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2	3	4
A.3.8.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3
A.3.8.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3
A.3.8.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.8.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2	3
A.3.8.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1	2
A.3.8.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2
A.3.8.3	Tangga					
A.3.8.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	2	2
A.3.8.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2
A.3.8.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2
A.3.9	Pekerjaan Struktur Lt. 8					
A.3.9.1	Plat dan Balok					
A.3.9.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2	3	4
A.3.9.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3
A.3.9.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3
A.3.9.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.9.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2	3

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi		
				O	M	P
A.3.9.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1	2
A.3.9.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2
A.3.9.3	Tangga					
A.3.9.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	2	2
A.3.9.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2
A.3.9.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2
A.3.10	Pekerjaan Struktur Lt. 9					
A.3.10.1	Plat dan Balok					
A.3.10.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2	3	4
A.3.10.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3
A.3.10.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3
A.3.10.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.10.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2	3
A.3.10.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1	2
A.3.10.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2
A.3.10.3	Tangga					
A.3.10.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	2	2
A.3.10.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2
A.3.10.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2
A.3.11	Pekerjaan Struktur Lt. 10					
A.3.11.1	Plat dan Balok					
A.3.11.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2	3	4
A.3.11.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3
A.3.11.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3
A.3.11.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.11.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2	3
A.3.11.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1	2
A.3.11.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2
A.3.11.3	Tangga					
A.3.11.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1	2	2
A.3.11.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1	2
A.3.11.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1	2
A.3.12	Pekerjaan Struktur Lt. 11					
A.3.12.1	Plat dan Balok					
A.3.12.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2	3	4
A.3.12.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2	3
A.3.12.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2	3
A.3.12.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.12.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2	3
A.3.12.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1	2
A.3.12.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1	2
A.3.12.3	Tangga					
A.3.12.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	2	2
A.3.12.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2
A.3.12.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2
A.3.13	Pekerjaan Struktur Lt. Atap					
A.3.13.1	Plat dan Balok					
A.3.13.1.1	a. Pembesian	31.821,82	kg	2	3	4
A.3.13.1.2	b. Bekisting Multiplek	891,46	m2	2	2	3
A.3.13.1.3	c. Pengecoran Beton	213,78	m3	2	2	3
A.3.13.2	Kolom dan Shearwall					
A.3.13.2.1	a. Pembesian	12.062,63	kg	2	2	3
A.3.13.2.2	b. Bekisting Multiplek	299,15	m2	1	1	2
A.3.13.2.3	c. Pengecoran Beton	83,51	m3	1	1	2
A.3.13.3	Tangga					
A.3.13.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1	2	2
A.3.13.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1	2
A.3.13.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1	2
A.4	PEKERJAAN STRUKTUR BAJA					
A.4.1	Struktur Kanopi Depan dan Curtain Wall					

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi		
				O	M	P
A.4.1.1	a. Kolom WF	864,86	kg	1	2	3
A.4.1.2	b. Balok WF	2.681,23	kg	2	3	4
A.4.1.3	c. Base Plat t = 20 mm	52,60	kg	1	1	2
A.4.1.4	d. End Plat t = 12 mm	410,80	kg	2	2	3
A.4.1.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	98,91	kg	1	1	2
A.4.1.6	f. Angkur M22 - 70 cm	56,00	bh	1	1	2
A.4.1.7	g. Baut HTB M = 16 mm	297,92	kg	1	2	3
A.4.1.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	85,02	m2	1	1	2
A.4.2	Struktur Kanopi Belakang Lt. 2					
A.4.2.1	a. Kolom WF	4.834,62	kg	2	3	4
A.4.2.2	b. Balok WF	4.817,02	kg	2	3	4
A.4.2.3	c. Base Plat t = 20 mm	157,80	kg	1	1	2
A.4.2.4	d. End Plat t = 12 mm	1.516,80	kg	2	3	3
A.4.2.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	271,30	kg	1	2	2
A.4.2.6	f. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh	1	1	3
A.4.2.7	g. Baut HTB M = 16 mm	404,32	kg	1	2	2
A.4.2.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	52,52	m2	1	1	2
A.4.3	Struktur Kanopi Belakang Lt. 3					
A.4.3.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg	2	2	3
A.4.3.2	b. Balok WF	2.110,02	kg	2	2	3
A.4.3.3	c. End Plat t = 12 mm	568,80	kg	1	2	2
A.4.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	101,74	kg	1	1	2
A.4.3.5	e. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh	1	1	2
A.4.3.6	f. Baut HTB M = 16 mm	234,08	kg	1	2	2
A.4.3.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	87,90	m2	1	2	2
A.4.4	Struktur Kanopi Belakang Lt. 4					
A.4.4.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg	1	2	3
A.4.4.2	b. Balok WF	1.534,10	kg	1	2	2
A.4.4.3	c. End Plat t = 12 mm	505,60	kg	1	2	2
A.4.4.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	90,43	kg	1	1	2
A.4.4.5	e. Angkur M22 - 70 cm	48,00	bh	1	1	2
A.4.4.6	f. Baut HTB M = 16 mm	255,36	kg	1	2	2
A.4.4.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	56,00	m2	1	1	2
B	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX					
B.1	PEKERJAAN TANAH					
B.1.1	Pengurugan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	687,95	m3	6	8	10
B.1.2	Galian Tanah Pile Cap	137,16	m3	3	5	8
B.1.3	Urugan Tanah Kembali	16,65	m3	2	3	5
B.2	PEKERJAAN PONDASI					
B.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	1.380,00	m'	12	14	17
B.2.2	Pile Cap					
B.2.2.1	a. Lantai Kerja	0,79	m3	1	1	2
B.2.2.2	b. Bekisting Batako	188,52	m2	1	2	2
B.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	29.630,04	kg	3	4	5
B.2.2.4	d. Pengecoran Beton	137,16	m3	1	2	3
B.3	PEKERJAAN BETON					
B.3.1	Pekerjaan Sloof					
B.3.1.1	Beton Sloof					
B.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,35	m3	1	1	2
B.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	206,24	m2	1	2	3
B.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	12.360,58	kg	2	3	4
B.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	40,16	m3	1	2	2
B.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1					
B.3.2.1	Lantai Kerja	2,68	m3	1	1	2
B.3.2.2	Plat					
B.3.2.2.1	a. Pembesian	5.714,94	kg	2	2	3
B.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	285,68	m2	1	2	3
B.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	74,52	m3	1	1	2
B.3.2.3	Kolom					
B.3.2.3.1	a. Pembesian	13.815,67	kg	1	2	3

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi		
				O	M	P
B.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	145,70	m2	1	1	2
B.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	54,99	m3	1	1	2
B.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2					
B.3.3.1	Plat dan Balok					
B.3.3.1.1	a. Pembesian	9.396,00	kg	2	2	3
B.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	239,37	m2	1	2	2
B.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	78,88	m3	1	2	2
B.3.3.2	Kolom					
B.3.3.2.1	a. Pembesian	9.481,67	kg	1	2	2
B.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	114,26	m2	1	1	2
B.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	36,99	m3	1	1	2
B.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3					
B.3.4.1	Plat dan Balok					
B.3.4.1.1	a. Pembesian	4.700,09	kg	2	2	3
B.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	107,95	m2	1	2	2
B.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	37,86	m3	1	2	2
B.3.4.2	Kolom					
B.3.4.2.1	a. Pembesian	6.306,63	kg	1	2	2
B.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	76,06	m2	1	1	2
B.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	27,33	m3	1	1	2
B.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. Atap					
B.3.5.1	Plat dan Balok					
B.3.5.1.1	a. Pembesian	6.147,82	kg	2	2	3
B.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	105,50	m2	1	2	2
B.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	53,94	m3	1	2	2
B.3.5.2	Kolom					
B.3.5.2.1	a. Pembesian	119,39	kg	1	1	2
B.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	6,42	m2	1	1	2
B.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	0,39	m3	1	1	2
B.3.6	Pekerjaan Struktur Tangga					
B.3.6.1	a. Pembesian	1.242,68	kg	1	2	3
B.3.6.2	b. Bekisting Multiplek	32,89	m2	1	2	2
B.3.6.3	c. Pengecoran Beton	7,89	m3	1	1	3
B.3.7	Pekerjaan Struktur Tribun					
B.3.7.1	a. Pembesian	1.229,87	kg	1	2	3
B.3.7.2	b. Bekisting Multiplek	25,23	m2	1	2	2
B.3.7.3	c. Pengecoran Beton	7,66	m3	1	1	3
B.4	PEKERJAAN BAJA					
B.4.1	Pekerjaan Struktur Atap					
B.4.1.1	a. Kolom WF	569,80	kg	2	3	4
B.4.1.2	b. Balok WF	8.905,98	kg	3	5	6
B.4.1.3	c. Gording Canal	2.261,41	kg	1	2	3
B.4.1.4	d. Base Plat t = 20 mm	394,50	kg	2	2	3
B.4.1.5	e. End Plat t = 12 mm	790,00	kg	2	2	3
B.4.1.6	f. Stiffner Plat t = 8 mm	235,50	kg	1	1	2
B.4.1.7	g. Angkur M22 - 70 cm	40,64	kg	1	1	2
B.4.1.8	h. Baut HTB M = 16 mm	680,96	kg	1	2	4
B.4.1.9	i. Baut ATAP HTB M = 16 mm	521,36	kg	1	2	2
B.4.1.10	j. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	317,99	m2	1	2	3
B.4.2	Struktur Curtain Wall					
B.4.2.1	Struktur Curtain Wall Lt.1					
B.4.2.1.1	a. Balok WF	2.640,00	kg	2	3	4
B.4.2.1.2	b. Base Plat t = 20 mm	210,40	kg	1	2	3
B.4.2.1.3	c. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	64,00	m2	1	1	3
B.4.2.2	Struktur Curtain Wall Lt.2					
B.4.2.2.1	a. Balok WF	4.626,89	kg	2	3	5
B.4.2.2.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg	2	2	4
B.4.2.2.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg	1	2	3
B.4.2.2.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg	1	2	3
B.4.2.2.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg	2	3	3

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi		
				O	M	P
B.4.2.2.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2	1	2	2
B.4.2.3	Struktur Curtain Wall Lt.3					
B.4.2.3.1	a. Balok WF	4.626,89	kg	2	4	5
B.4.2.3.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg	2	2	4
B.4.2.3.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg	1	2	3
B.4.2.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg	1	2	3
B.4.2.3.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg	2	3	3
B.4.2.3.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2	1	2	2

Lampiran 9 Rekapitulasi Perhitungan Variabel Program Bantu

No	Uraian Pekerjaan	Durasi			Te	SD	VAR
		O	M	P			
	GEDUNG TOWER 3 ITS						
	PEKERJAAN STRUKTUR						
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA						
A.1	PEKERJAAN TANAH						
A.1.2	Pengurangan Sirtu (Kolam)	17	19	21	19,00	0,67	0,44
A.1.3	Pengurangan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	5	10	11	9,33	1,00	1,00
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	3	4	7	4,33	0,67	0,44
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	2	4	6	4,00	0,67	0,44
A.2	PEKERJAAN PONDASI						
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	23	31	31	29,67	1,33	1,78
A.2.2	Pile Cap						
A.2.2.1	a.Lantai Kerja	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.2.2.2	b.Bekisting Batako	2	2	4	2,33	0,33	0,11
A.2.2.3	c.Pembesian Pilecap	3	4	6	4,17	0,50	0,25
A.2.2.4	d.Pengecoran Beton	2	3	6	3,33	0,67	0,44
A.3	PEKERJAAN BETON						
A.3.1	Pekerjaan Sloof						
A.3.1.1	Beton Sloof						
A.3.1.1.1	a.Lantai Kerja	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.1.1.2	b.Bekisting Batako	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.3.1.1.3	c.Pembesian Sloof	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.1.1.4	d.Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1						
A.3.2.1	Lantai Kerja	1	1	3	1,33	0,33	0,11
A.3.2.2	Plat dan Balok						
A.3.2.2.1	a.Pembesian	2	2	4	2,33	0,33	0,11
A.3.2.2.2	b.Bekisting Multiplek	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.2.2.3	c.Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.2.3	Kolom dan Shearwall						
A.3.2.3.1	a.Pembesian	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.3.2.3.2	b.Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.2.3.3	c.Pengecoran Beton	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2						
A.3.3.1	Plat dan Balok						
A.3.3.1.1	a.Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.3.1.2	b.Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.3.1.3	c.Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.3.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.3.2.1	a.Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.3.2.2	b.Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.3.2.3	c.Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.3.3	Tangga						
A.3.3.3.1	a.Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.3.3.2	b.Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.3.3.3	c.Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3						
A.3.4.1	Plat dan Balok						
A.3.4.1.1	a.Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.4.1.2	b.Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.4.1.3	c.Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.4.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.4.2.1	a.Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.4.2.2	b.Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.4.2.3	c.Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.4.3	Tangga						
A.3.4.3.1	a.Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.4.3.2	b.Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.4.3.3	c.Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. 4						
A.3.5.1	Plat dan Balok						

No	Uraian Pekerjaan	Durasi			Te	SD	VAR
		O	M	P			
A.3.5.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.5.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.5.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.5.3	Tangga						
A.3.5.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.5.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.5.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.6	Pekerjaan Struktur Lt. 5						
A.3.6.1	Plat dan Balok						
A.3.6.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.6.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.6.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.6.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.6.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.6.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.6.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.6.3	Tangga						
A.3.6.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.6.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.6.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.7	Pekerjaan Struktur Lt. 6						
A.3.7.1	Plat dan Balok						
A.3.7.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.7.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.7.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.7.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.7.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.7.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.7.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.7.3	Tangga						
A.3.7.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.7.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.7.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.8	Pekerjaan Struktur Lt. 7						
A.3.8.1	Plat dan Balok						
A.3.8.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.8.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.8.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.8.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.8.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.8.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.8.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.8.3	Tangga						
A.3.8.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.8.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.8.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.9	Pekerjaan Struktur Lt. 8						
A.3.9.1	Plat dan Balok						
A.3.9.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.9.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.9.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.9.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.9.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.9.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.9.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.9.3	Tangga						
A.3.9.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.9.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.9.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.10	Pekerjaan Struktur Lt. 9						

No	Uraian Pekerjaan	Durasi			Te	SD	VAR
		O	M	P			
A.3.10.1	Plat dan Balok						
A.3.10.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.10.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.10.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.10.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.10.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.10.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.10.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.10.3	Tangga						
A.3.10.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.10.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.10.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.11	Pekerjaan Struktur Lt. 10						
A.3.11.1	Plat dan Balok						
A.3.11.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.11.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.11.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.11.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.11.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.11.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.11.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.11.3	Tangga						
A.3.11.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.11.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.11.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.12	Pekerjaan Struktur Lt. 11						
A.3.12.1	Plat dan Balok						
A.3.12.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.12.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.12.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.12.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.12.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.12.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.12.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.12.3	Tangga						
A.3.12.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.12.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.12.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.13	Pekerjaan Struktur Lt. Atap						
A.3.13.1	Plat dan Balok						
A.3.13.1.1	a. Pembesian	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.3.13.1.2	b. Bekisting Multiplek	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.13.1.3	c. Pengecoran Beton	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.13.2	Kolom dan Shearwall						
A.3.13.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.3.13.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.13.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.13.3	Tangga						
A.3.13.3.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.3.13.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.3.13.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4	PEKERJAAN STRUKTUR BAJA						
A.4.1	Struktur Kanopi Depan dan Curtain Wall						
A.4.1.1	a. Kolom WF	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.4.1.2	b. Balok WF	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.4.1.3	c. Base Plat t = 20 mm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.1.4	d. End Plat t = 12 mm	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.4.1.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.1.6	f. Angkur M22 - 70 cm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.1.7	g. Baut HTB M = 16 mm	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.4.1.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.2	Struktur Kanopi Belakang Lt. 2						
A.4.2.1	a. Kolom WF	2	3	4	3,00	0,33	0,11
A.4.2.2	b. Balok WF	2	3	4	3,00	0,33	0,11

No	Uraian Pekerjaan	Durasi			Te	SD	VAR
		O	M	P			
A.4.2.3	c. Base Plat t = 20 mm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.2.4	d. End Plat t = 12 mm	2	3	3	2,83	0,17	0,03
A.4.2.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.2.6	f. Angkur M22 - 70 cm	1	1	3	1,33	0,33	0,11
A.4.2.7	g. Baut HTB M = 16 mm	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.2.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.3	Struktur Kanopi Belakang Lt. 3						
A.4.3.1	a. Kolom WF	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.4.3.2	b. Balok WF	2	2	3	2,17	0,17	0,03
A.4.3.3	c. End Plat t = 12 mm	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.3.5	e. Angkur M22 - 70 cm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.3.6	f. Baut HTB M = 16 mm	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.3.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.4	Struktur Kanopi Belakang Lt. 4						
A.4.4.1	a. Kolom WF	1	2	3	2,00	0,33	0,11
A.4.4.2	b. Balok WF	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.4.3	c. End Plat t = 12 mm	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.4.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.4.5	e. Angkur M22 - 70 cm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
A.4.4.6	f. Baut HTB M = 16 mm	1	2	2	1,83	0,17	0,03
A.4.4.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX						
B.1	PEKERJAAN TANAH						
B.1.1	Pengurangan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	6	8	10	8,00	0,67	0,44
B.1.2	Galian Tanah Pile Cap	3	5	8	5,17	0,83	0,69
B.1.3	Urugan Tanah Kembali	2	3	5	3,17	0,50	0,25
B.2	PEKERJAAN PONDASI						
B.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	12	14	17	14,17	0,83	0,69
B.2.2	Pile Cap						
B.2.2.1	a. Lantai Kerja	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.2.2.2	b. Bekisting Batako	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	3	4	5	4,00	0,33	0,11
B.2.2.4	d. Pengecoran Beton	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.3	PEKERJAAN BETON						
B.3.1	Pekerjaan Sloof						
B.3.1.1	Beton Sloof						
B.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	2	3	4	3,00	0,33	0,11
B.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1						
B.3.2.1	Lantai Kerja	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.2.2	Plat						
B.3.2.2.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
B.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.2.3	Kolom						
B.3.2.3.1	a. Pembesian	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2						
B.3.3.1	Plat dan Balok						
B.3.3.1.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
B.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.3.2	Kolom						
B.3.3.2.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3						
B.3.4.1	Plat dan Balok						
B.3.4.1.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
B.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	1	2	2	1,83	0,17	0,03

No	Uraian Pekerjaan	Durasi			Te	SD	VAR
		O	M	P			
B.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.4.2	Kolom						
B.3.4.2.1	a. Pembesian	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. Atap						
B.3.5.1	Plat dan Balok						
B.3.5.1.1	a. Pembesian	2	2	3	2,17	0,17	0,03
B.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.5.2	Kolom						
B.3.5.2.1	a. Pembesian	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.3.6	Pekerjaan Struktur Tangga						
B.3.6.1	a. Pembesian	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.3.6.2	b. Bekisting Multiplek	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.6.3	c. Pengecoran Beton	1	1	3	1,33	0,33	0,11
B.3.7	Pekerjaan Struktur Tribun						
B.3.7.1	a. Pembesian	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.3.7.2	b. Bekisting Multiplek	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.3.7.3	c. Pengecoran Beton	1	1	3	1,33	0,33	0,11
B.4	PEKERJAAN BAJA						
B.4.1	Pekerjaan Struktur Atap						
B.4.1.1	a. Kolom WF	2	3	4	3,00	0,33	0,11
B.4.1.2	b. Balok WF	3	5	6	4,83	0,50	0,25
B.4.1.3	c. Gording Canal	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.4.1.4	d. Base Plat t = 20 mm	2	2	3	2,17	0,17	0,03
B.4.1.5	e. End Plat t = 12 mm	2	2	3	2,17	0,17	0,03
B.4.1.6	f. Stiffner Plat t = 8 mm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.4.1.7	g. Angkur M22 - 70 cm	1	1	2	1,17	0,17	0,03
B.4.1.8	h. Baut HTB M = 16 mm	1	2	4	2,17	0,50	0,25
B.4.1.9	i. Baut ATAP HTB M = 16 mm	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.4.1.10	j. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.4.2	Struktur Curtain Wall						
B.4.2.1	Struktur Curtain Wall Lt.1						
B.4.2.1.1	a. Balok WF	2	3	4	3,00	0,33	0,11
B.4.2.1.2	b. Base Plat t = 20 mm	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.4.2.1.3	c. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	1	3	1,33	0,33	0,11
B.4.2.2	Struktur Curtain Wall Lt.2						
B.4.2.2.1	a. Balok WF	2	3	5	3,17	0,50	0,25
B.4.2.2.2	b. End Plat t = 12 mm	2	2	4	2,33	0,33	0,11
B.4.2.2.3	c. Angkur M22 - 70 cm	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.4.2.2.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.4.2.2.5	e. Baut HTB M = 16 mm	2	3	3	2,83	0,17	0,03
B.4.2.2.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	2	2	1,83	0,17	0,03
B.4.2.3	Struktur Curtain Wall Lt.3						
B.4.2.3.1	a. Balok WF	2	4	5	3,83	0,50	0,25
B.4.2.3.2	b. End Plat t = 12 mm	2	2	4	2,33	0,33	0,11
B.4.2.3.3	c. Angkur M22 - 70 cm	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.4.2.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	1	2	3	2,00	0,33	0,11
B.4.2.3.5	e. Baut HTB M = 16 mm	2	3	3	2,83	0,17	0,03
B.4.2.3.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	1	2	2	1,83	0,17	0,03

Lampiran 10 Rekapitulasi Durasi Hasil Simulasi Monte Carlo

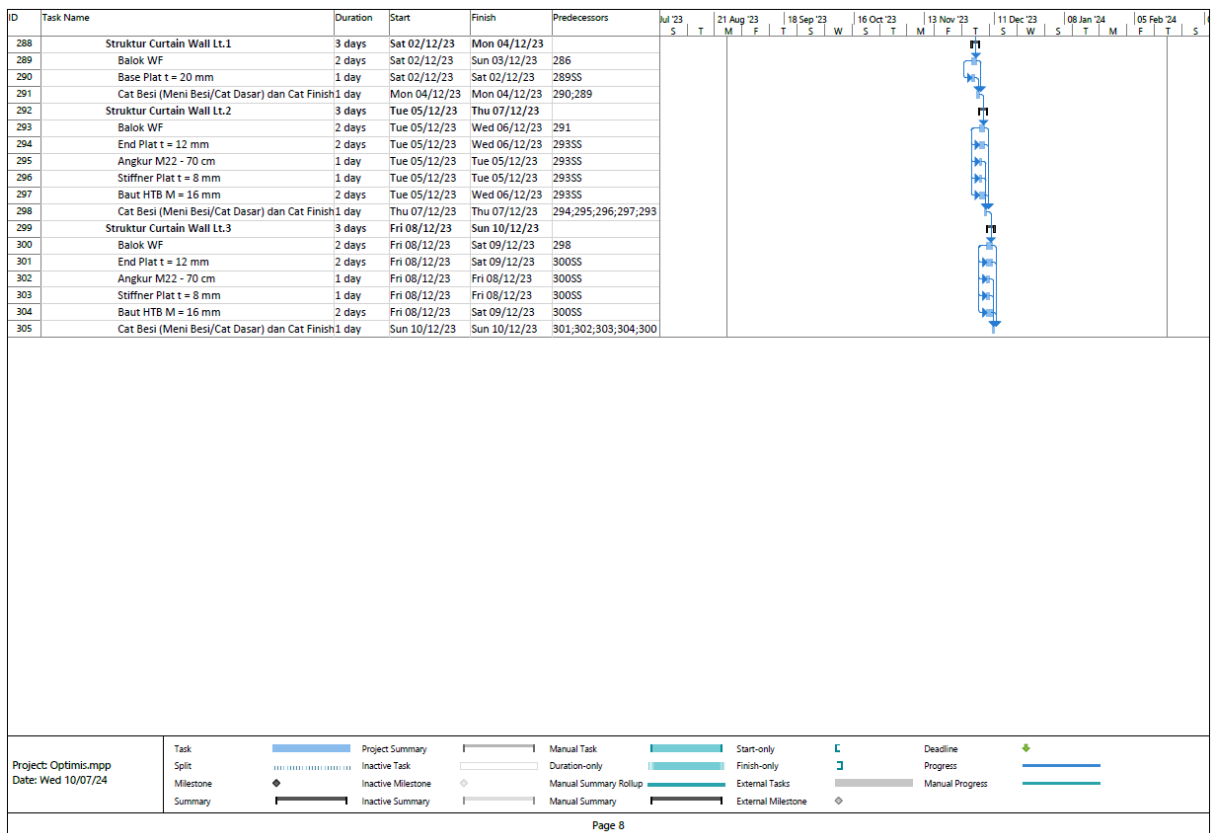
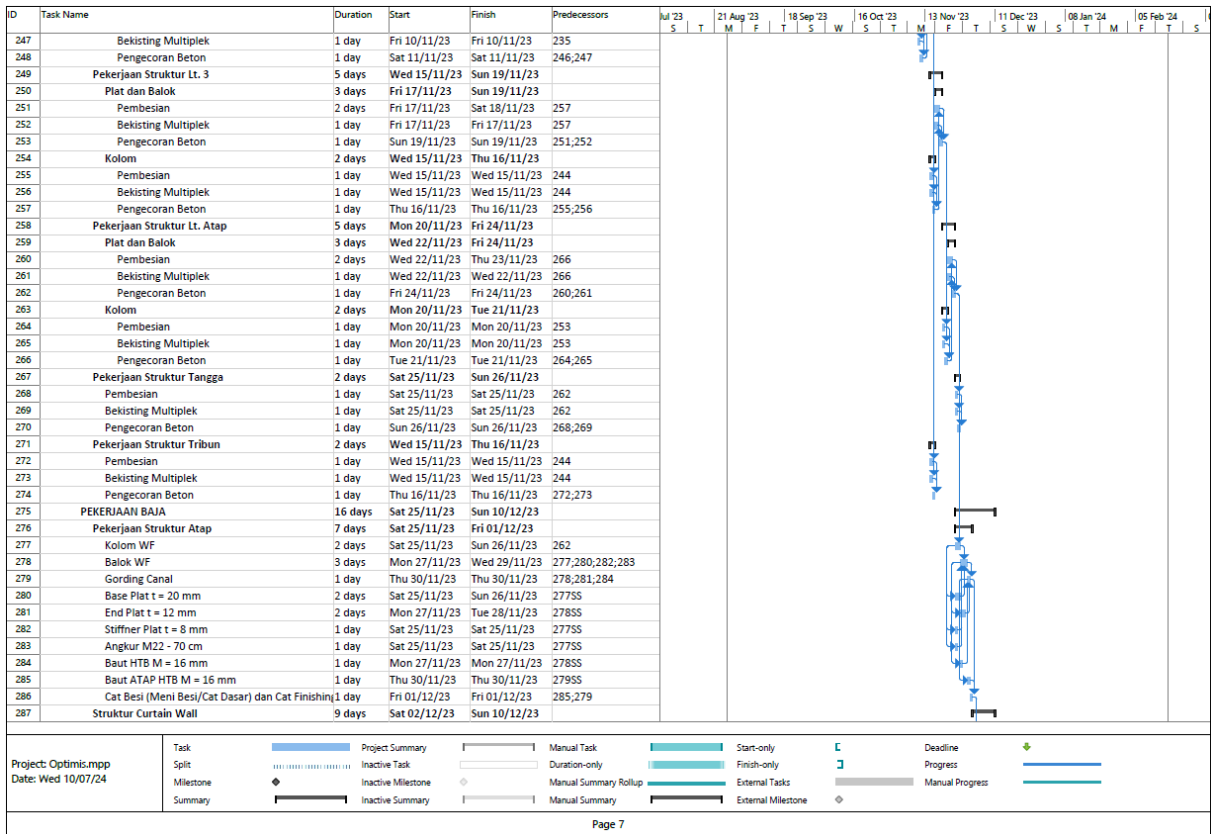
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Simulasi			Durasi Pembulatan		
				O	M	P	O	M	P
	GEDUNG TOWER 3 ITS								
	PEKERJAAN STRUKTUR								
A	PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN UTAMA								
A.1	PEKERJAAN TANAH								
A.1.1	Pengurangan Sirtu (Kolam)	3.112,18	m3	17,04	18,99	20,99	17	19	21
A.1.3	Pengurangan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	1.086,13	m3	5,04	8,68	10,99	5	9	11
A.1.4	Galian Tanah Pile Cap	912,49	m3	3,02	4,65	6,98	3	5	7
A.1.5	Urugan Tanah Kembali	100,08	m3	2,01	4	5,95	2	4	6
A.2	PEKERJAAN PONDASI								
A.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	6.780,00	m'	23,07	28,36	31	23	28	31
A.2.2	Pile Cap								
A.2.2.1	a. Lantai Kerja	2,92	m3	1,02	2,01	2,96	1	2	3
A.2.2.2	b. Bekisting Batako	357,96	m2	2	2,67	3,98	2	3	4
A.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	96.883,22	kg	3,01	4,34	5,98	3	4	6
A.2.2.4	d. Pengecoran Beton	842,51	m3	2,04	3,68	5,98	2	4	6
A.3	PEKERJAAN BETON								
A.3.1	Pekerjaan Sloof								
A.3.1.1	Beton Sloof								
A.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,91	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	486,72	m2	1,01	2	2,98	1	2	3
A.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	27.895,29	kg	2,02	3	3,97	2	3	4
A.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	89,28	m3	2	2,33	2,96	2	2	3
A.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1								
A.3.2.1	Lantai Kerja	51,71	m3	1	1,68	2,99	1	2	3
A.3.2.2	Plat dan Balok								
A.3.2.2.1	a. Pembesian	12.087,93	kg	2	2,66	3,96	2	3	4
A.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	170,39	m2	1,02	1,66	2	1	2	2
A.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	27,02	m3	1	1,33	1,97	1	1	2
A.3.2.3	Kolom dan Shearwall								
A.3.2.3.1	a. Pembesian	49.636,31	kg	1,02	2	2,97	1	2	3
A.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	675,28	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	229,54	m3	1,01	1,66	2	1	2	2
A.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2								
A.3.3.1	Plat dan Balok								
A.3.3.1.1	a. Pembesian	16.950,87	kg	2,01	3	3,99	2	3	4
A.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	534,33	m2	2	2,34	2,98	2	2	3
A.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	132,81	m3	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.3.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.3.2.1	a. Pembesian	25.995,84	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	401,50	m2	1	1,33	1,97	1	1	2
A.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	129,46	m3	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.3.3	Tangga								
A.3.3.3.1	a. Pembesian	1.571,29	kg	1,02	1,67	2	1	2	2
A.3.3.3.2	b. Bekisting Multiplek	42,63	m2	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.3.3.3	c. Pengecoran Beton	10,52	m3	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3								
A.3.4.1	Plat dan Balok								
A.3.4.1.1	a. Pembesian	18.639,54	kg	2,03	3,01	3,99	2	3	4
A.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	628,45	m2	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	152,28	m3	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.4.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.4.2.1	a. Pembesian	25.995,56	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	364,08	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	119,56	m3	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.4.3	Tangga								
A.3.4.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.3.4.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.4.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. 4								
A.3.5.1	Plat dan Balok								
A.3.5.1.1	a. Pembesian	19.595,52	kg	2,03	3	3,96	2	3	4
A.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	678,29	m2	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	161,29	m3	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.5.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.5.2.1	a. Pembesian	26.513,46	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	391,92	m2	1	1,33	2	1	1	2
A.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	121,24	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.5.3	Tangga								

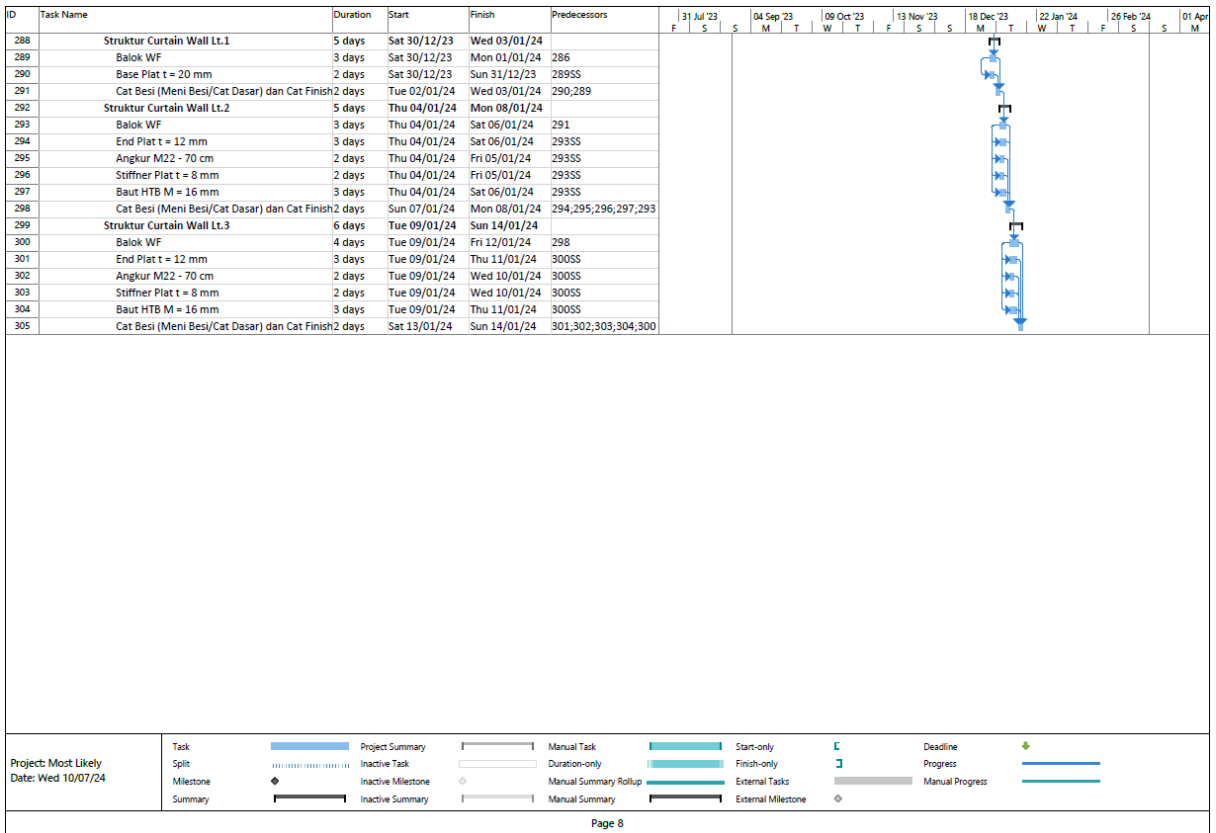
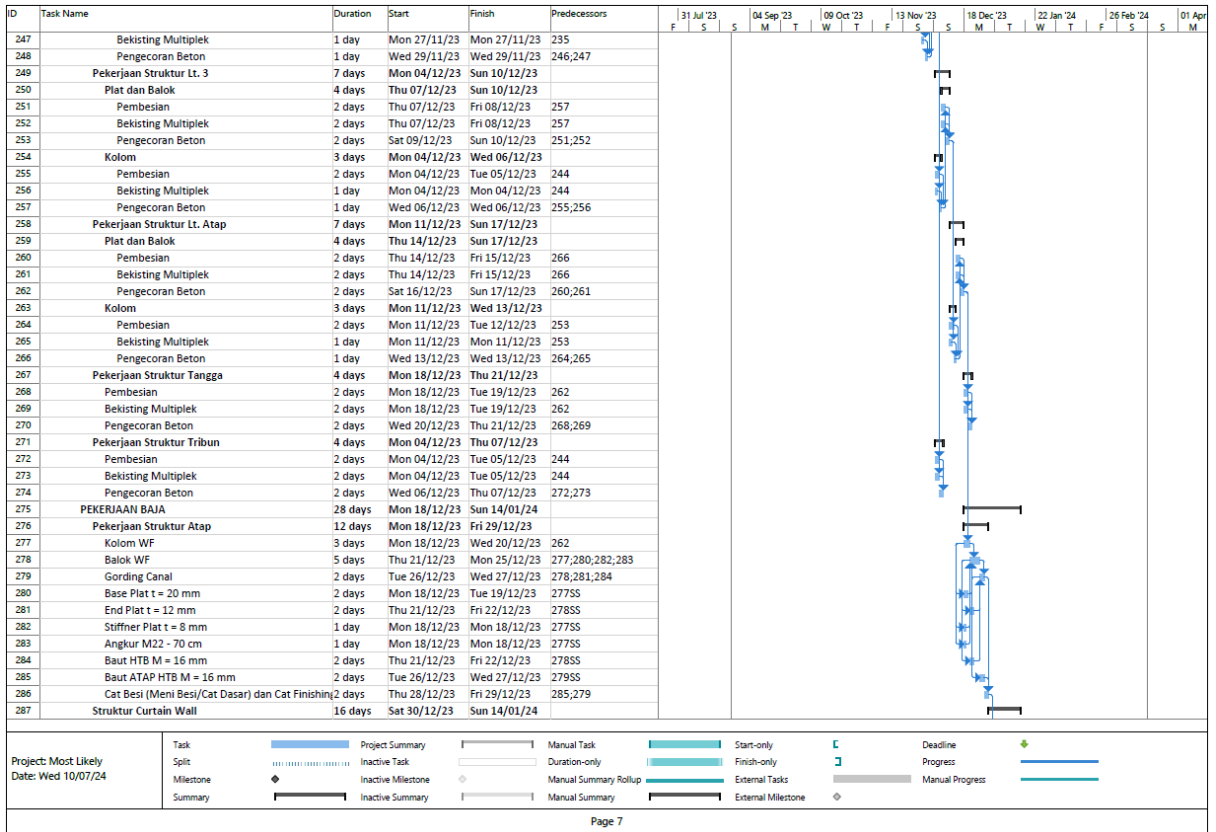
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Simulasi			Durasi Pembulatan		
				O	M	P	O	M	P
A.3.5.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.3.5.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.5.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1,34	1,98	1	1	2
A.3.6	Pekerjaan Struktur Lt. 5								
A.3.6.1	Plat dan Balok								
A.3.6.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2,02	3	3,97	2	3	4
A.3.6.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2,34	3	2	2	3
A.3.6.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2,34	2,97	2	2	3
A.3.6.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.6.2.1	a. Pembesian	22.725,97	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.6.2.2	b. Bekisting Multiplek	390,00	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.6.2.3	c. Pengecoran Beton	121,12	m3	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.6.3	Tangga								
A.3.6.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1,01	1,66	2	1	2	2
A.3.6.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.6.3.3	c. Pengecoran Beton	6,83	m3	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.7	Pekerjaan Struktur Lt. 6								
A.3.7.1	Plat dan Balok								
A.3.7.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2,01	3	3,99	2	3	4
A.3.7.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.7.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2,34	3	2	2	3
A.3.7.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.7.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.7.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.7.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1,34	1,98	1	1	2
A.3.7.3	Tangga								
A.3.7.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1,01	1,66	2	1	2	2
A.3.7.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.7.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.8	Pekerjaan Struktur Lt. 7								
A.3.8.1	Plat dan Balok								
A.3.8.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2,04	3	3,99	2	3	4
A.3.8.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2,34	2,98	2	2	3
A.3.8.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2,34	3	2	2	3
A.3.8.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.8.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.8.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.8.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.8.3	Tangga								
A.3.8.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1,01	1,66	2	1	2	2
A.3.8.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1,33	2	1	1	2
A.3.8.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.9	Pekerjaan Struktur Lt. 8								
A.3.9.1	Plat dan Balok								
A.3.9.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2,02	2,99	3,99	2	3	4
A.3.9.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.9.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2,34	2,99	2	2	3
A.3.9.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.9.2.1	a. Pembesian	22.797,41	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.9.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.9.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.9.3	Tangga								
A.3.9.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.3.9.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.9.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.10	Pekerjaan Struktur Lt. 9								
A.3.10.1	Plat dan Balok								
A.3.10.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2,04	2,99	3,98	2	3	4
A.3.10.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.10.1.3	c. Pengecoran Beton	157,87	m3	2	2,34	2,99	2	2	3
A.3.10.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.10.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.10.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.10.2.3	c. Pengecoran Beton	121,35	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.10.3	Tangga								
A.3.10.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1,01	1,66	2	1	2	2
A.3.10.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.10.3.3	c. Pengecoran Beton	6,86	m3	1	1,33	2	1	1	2
A.3.11	Pekerjaan Struktur Lt. 10								
A.3.11.1	Plat dan Balok								
A.3.11.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2,04	3	3,98	2	3	4
A.3.11.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2,33	2,98	2	2	3

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Simulasi			Durasi Pembulatan		
				O	M	P	O	M	P
A.3.11.1.3	c. Pegecoran Beton	157,87	m3	2	2,33	3	2	2	3
A.3.11.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.11.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2,34	2,99	2	2	3
A.3.11.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.11.2.3	c. Pegecoran Beton	121,35	m3	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.11.3	Tangga								
A.3.11.3.1	a. Pembesian	1.061,94	kg	1,02	1,67	2	1	2	2
A.3.11.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,68	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.11.3.3	c. Pegecoran Beton	6,86	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.12	Pekerjaan Struktur Lt. 11								
A.3.12.1	Plat dan Balok								
A.3.12.1.1	a. Pembesian	19.546,20	kg	2,01	3	3,98	2	3	4
A.3.12.1.2	b. Bekisting Multiplek	664,98	m2	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.12.1.3	c. Pegecoran Beton	157,87	m3	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.12.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.12.2.1	a. Pembesian	22.159,65	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
A.3.12.2.2	b. Bekisting Multiplek	393,84	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.12.2.3	c. Pegecoran Beton	121,35	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
A.3.12.3	Tangga								
A.3.12.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.3.12.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.12.3.3	c. Pegecoran Beton	6,83	m3	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.13	Pekerjaan Struktur Lt. Atap								
A.3.13.1	Plat dan Balok								
A.3.13.1.1	a. Pembesian	31.821,82	kg	2,01	3,01	3,98	2	3	4
A.3.13.1.2	b. Bekisting Multiplek	891,46	m2	2	2,34	2,99	2	2	3
A.3.13.1.3	c. Pegecoran Beton	213,78	m3	2	2,33	3	2	2	3
A.3.13.2	Kolom dan Shearwall								
A.3.13.2.1	a. Pembesian	12.062,63	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
A.3.13.2.2	b. Bekisting Multiplek	299,15	m2	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.13.2.3	c. Pegecoran Beton	83,51	m3	1	1,34	1,99	1	1	2
A.3.13.3	Tangga								
A.3.13.3.1	a. Pembesian	1.054,54	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.3.13.3.2	b. Bekisting Multiplek	28,52	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
A.3.13.3.3	c. Pegecoran Beton	6,83	m3	1	1,34	1,98	1	1	2
A.4	PEKERJAAN STRUKTUR BAJA								
A.4.1	Struktur Kanopi Depan dan Curtain Wall								
A.4.1.1	a. Kolom WF	864,86	kg	1,02	2	2,98	1	2	3
A.4.1.2	b. Balok WF	2.681,23	kg	2,04	3,01	3,98	2	3	4
A.4.1.3	c. Base Plat t = 20 mm	52,60	kg	1	1,33	2	1	1	2
A.4.1.4	d. End Plat t = 12 mm	410,80	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
A.4.1.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	98,91	kg	1	1,33	1,99	1	1	2
A.4.1.6	f. Angkur M22 - 70 cm	56,00	bh	1	1,33	1,99	1	1	2
A.4.1.7	g. Baut HTB M = 16 mm	297,92	kg	1,02	2	2,97	1	2	3
A.4.1.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	85,02	m2	1	1,32	1,99	1	1	2
A.4.2	Struktur Kanopi Belakang Lt. 2								
A.4.2.1	a. Kolom WF	4.834,62	kg	2,02	3	3,98	2	3	4
A.4.2.2	b. Balok WF	4.817,02	kg	2,03	3	3,98	2	3	4
A.4.2.3	c. Base Plat t = 20 mm	157,80	kg	1	1,34	1,99	1	1	2
A.4.2.4	d. End Plat t = 12 mm	1.516,80	kg	2,01	2,67	3	2	3	3
A.4.2.5	e. Stiffner Plat t = 8 mm	271,30	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.4.2.6	f. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh	1	1,68	2,96	1	2	3
A.4.2.7	g. Baut HTB M = 16 mm	404,32	kg	1,01	1,66	2	1	2	2
A.4.2.8	h. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	52,52	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
A.4.3	Struktur Kanopi Belakang Lt. 3								
A.4.3.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
A.4.3.2	b. Balok WF	2.110,02	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
A.4.3.3	c. End Plat t = 12 mm	568,80	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.4.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	101,74	kg	1	1,33	1,99	1	1	2
A.4.3.5	e. Angkur M22 - 70 cm	128,00	bh	1	1,33	1,99	1	1	2
A.4.3.6	f. Baut HTB M = 16 mm	234,08	kg	1,02	1,67	2	1	2	2
A.4.3.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	87,90	m2	1,01	1,67	2	1	2	2
A.4.4	Struktur Kanopi Belakang Lt. 4								
A.4.4.1	a. Kolom WF	2.148,72	kg	1,01	2	2,99	1	2	3
A.4.4.2	b. Balok WF	1.534,10	kg	1,03	1,67	2	1	2	2
A.4.4.3	c. End Plat t = 12 mm	505,60	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.4.4.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	90,43	kg	1	1,34	1,99	1	1	2
A.4.4.5	e. Angkur M22 - 70 cm	48,00	bh	1	1,33	1,98	1	1	2
A.4.4.6	f. Baut HTB M = 16 mm	255,36	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
A.4.4.7	g. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	56,00	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
B	PEKERJAAN BANGUNAN ANNEX								
B.1	PEKERJAAN TANAH								

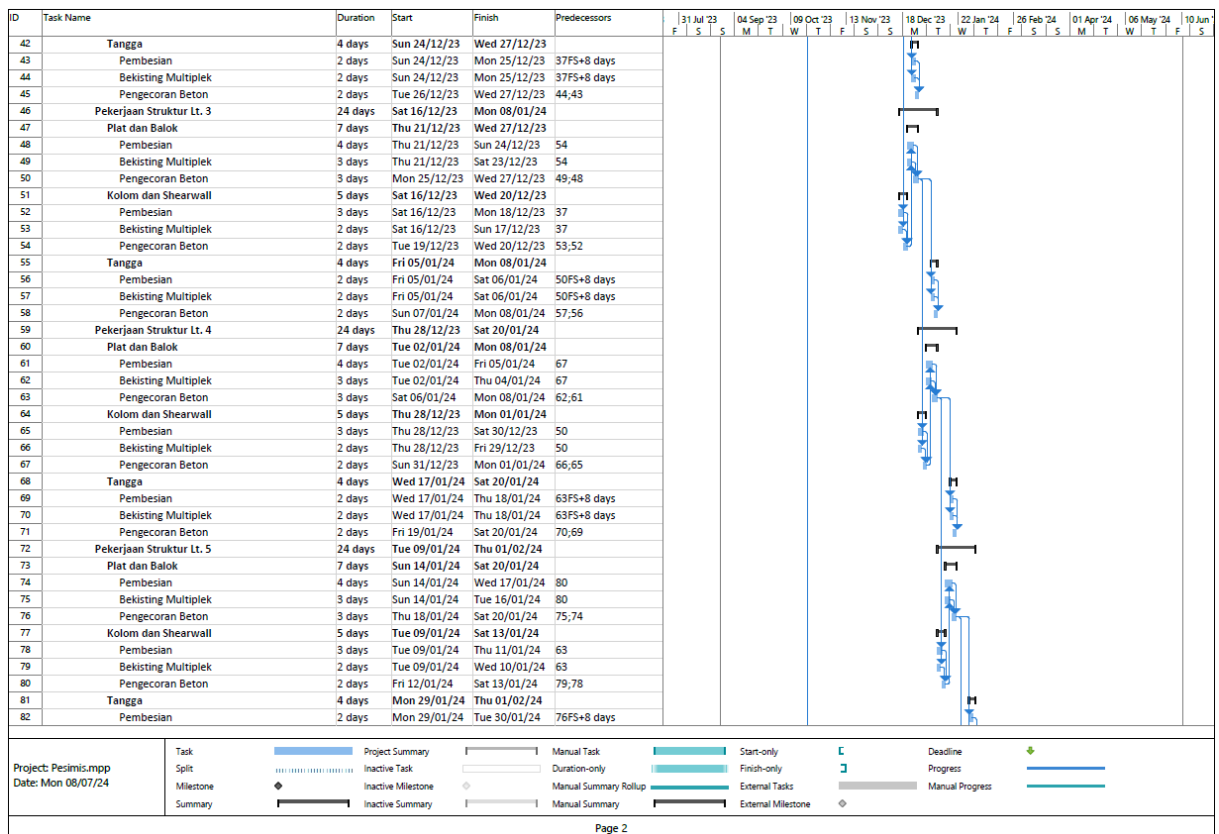
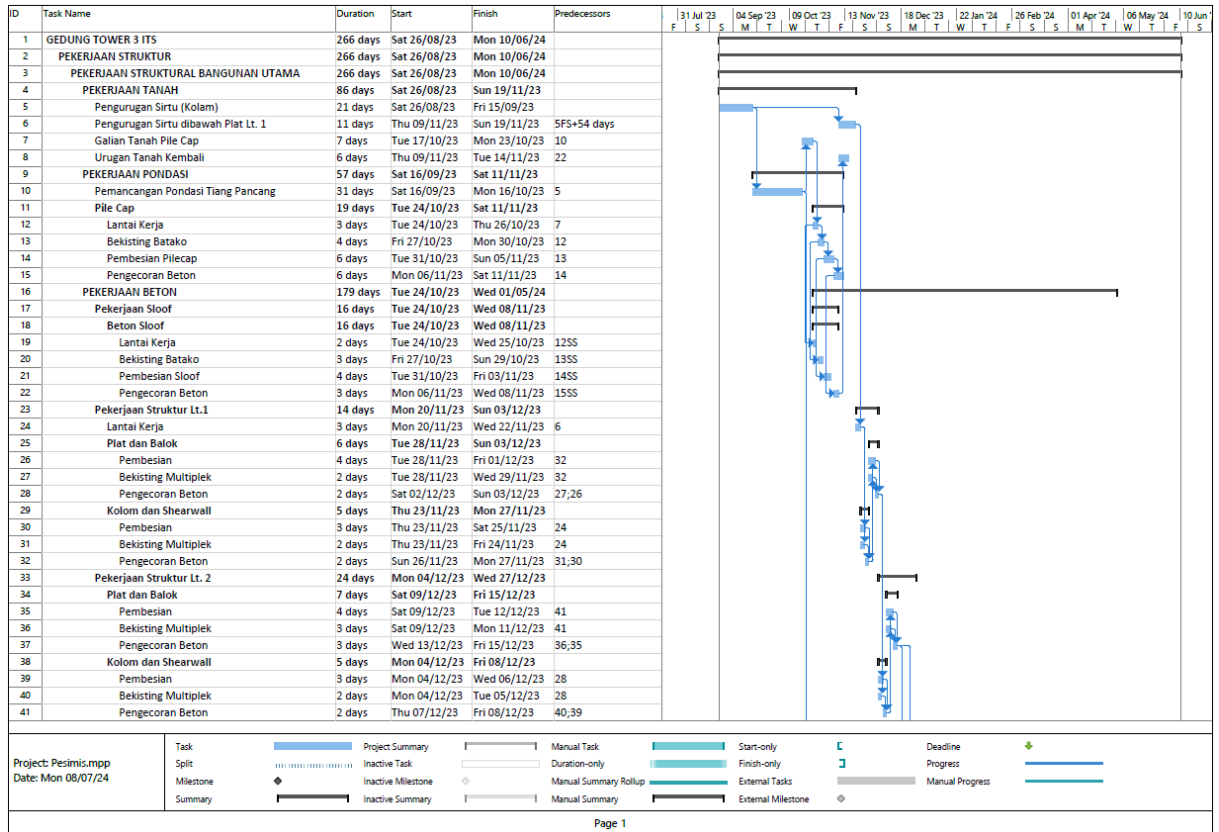
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Simulasi			Durasi Pembulatan		
				O	M	P	O	M	P
B.1.1	Pengurangan Sirtu dibawah Plat Lt. 1	687,95	m3	6,06	8	9,95	6	8	10
B.1.2	Galian Tanah Pile Cap	137,16	m3	3,05	5,33	7,98	3	5	8
B.1.3	Urugan Tanah Kembali	16,65	m3	2,03	3,32	4,97	2	3	5
B.2	PEKERJAAN PONDASI								
B.2.1	Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	1.380,00	m'	12,02	14,32	16,95	12	14	17
B.2.2	Pile Cap								
B.2.2.1	a. Lantai Kerja	0,79	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
B.2.2.2	b. Bekisting Batako	188,52	m2	1,01	1,67	2	1	2	2
B.2.2.3	c. Pembesian Pilecap	29.630,04	kg	3,02	4	4,99	3	4	5
B.2.2.4	d. Pengecoran Beton	137,16	m3	1,02	2,01	3	1	2	3
B.3	PEKERJAAN BETON								
B.3.1	Pekerjaan Sloof								
B.3.1.1	Beton Sloof								
B.3.1.1.1	a. Lantai Kerja	0,35	m3	1	1,34	1,98	1	1	2
B.3.1.1.2	b. Bekisting Batako	206,24	m2	1,01	1,99	2,99	1	2	3
B.3.1.1.3	c. Pembesian Sloof	12.360,58	kg	2,01	3	3,99	2	3	4
B.3.1.1.4	d. Pengecoran Beton	40,16	m3	1,01	1,66	2	1	2	2
B.3.2	Pekerjaan Struktur Lt.1								
B.3.2.1	Lantai Kerja	2,68	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
B.3.2.2	Plat								
B.3.2.2.1	a. Pembesian	5.714,94	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
B.3.2.2.2	b. Bekisting Multiplek	285,68	m2	1,02	2	2,99	1	2	3
B.3.2.2.3	c. Pengecoran Beton	74,52	m3	1	1,33	1,97	1	1	2
B.3.2.3	Kolom								
B.3.2.3.1	a. Pembesian	13.815,67	kg	1,02	2	2,99	1	2	3
B.3.2.3.2	b. Bekisting Multiplek	145,70	m2	1	1,34	1,99	1	1	2
B.3.2.3.3	c. Pengecoran Beton	54,99	m3	1	1,33	1,98	1	1	2
B.3.3	Pekerjaan Struktur Lt. 2								
B.3.3.1	Plat dan Balok								
B.3.3.1.1	a. Pembesian	9.396,00	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
B.3.3.1.2	b. Bekisting Multiplek	239,37	m2	1,01	1,67	2	1	2	2
B.3.3.1.3	c. Pengecoran Beton	78,88	m3	1,01	1,67	2	1	2	2
B.3.3.2	Kolom								
B.3.3.2.1	a. Pembesian	9.481,67	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
B.3.3.2.2	b. Bekisting Multiplek	114,26	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
B.3.3.2.3	c. Pengecoran Beton	36,99	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
B.3.4	Pekerjaan Struktur Lt. 3								
B.3.4.1	Plat dan Balok								
B.3.4.1.1	a. Pembesian	4.700,09	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
B.3.4.1.2	b. Bekisting Multiplek	107,95	m2	1	1,67	2	1	2	2
B.3.4.1.3	c. Pengecoran Beton	37,86	m3	1,01	1,67	2	1	2	2
B.3.4.2	Kolom								
B.3.4.2.1	a. Pembesian	6.306,63	kg	1,01	1,67	2	1	2	2
B.3.4.2.2	b. Bekisting Multiplek	76,06	m2	1	1,33	1,99	1	1	2
B.3.4.2.3	c. Pengecoran Beton	27,33	m3	1	1,33	2	1	1	2
B.3.5	Pekerjaan Struktur Lt. Atap								
B.3.5.1	Plat dan Balok								
B.3.5.1.1	a. Pembesian	6.147,82	kg	2	2,33	2,98	2	2	3
B.3.5.1.2	b. Bekisting Multiplek	105,50	m2	1,02	1,67	2	1	2	2
B.3.5.1.3	c. Pengecoran Beton	53,94	m3	1,01	1,66	2	1	2	2
B.3.5.2	Kolom								
B.3.5.2.1	a. Pembesian	119,39	kg	1	1,33	1,99	1	1	2
B.3.5.2.2	b. Bekisting Multiplek	6,42	m2	1	1,33	1,98	1	1	2
B.3.5.2.3	c. Pengecoran Beton	0,39	m3	1	1,33	1,99	1	1	2
B.3.6	Pekerjaan Struktur Tangga								
B.3.6.1	a. Pembesian	1.242,68	kg	1,03	2	2,97	1	2	3
B.3.6.2	b. Bekisting Multiplek	32,89	m2	1,01	1,67	2	1	2	2
B.3.6.3	c. Pengecoran Beton	7,89	m3	1	1,67	2,99	1	2	3
B.3.7	Pekerjaan Struktur Tribun								
B.3.7.1	a. Pembesian	1.229,87	kg	1,01	2	2,99	1	2	3
B.3.7.2	b. Bekisting Multiplek	25,23	m2	1,03	1,67	2	1	2	2
B.3.7.3	c. Pengecoran Beton	7,66	m3	1	1,67	2,99	1	2	3
B.4	PEKERJAAN BAJA								
B.4.1	Pekerjaan Struktur Atap								
B.4.1.1	a. Kolom WF	569,80	kg	2,03	3	4	2	3	4
B.4.1.2	b. Balok WF	8.905,98	kg	3,02	4,66	5,98	3	5	6
B.4.1.3	c. Gording Canal	2.261,41	kg	1,01	2	2,96	1	2	3
B.4.1.4	d. Base Plat t = 20 mm	394,50	kg	2	2,33	2,99	2	2	3
B.4.1.5	e. End Plat t = 12 mm	790,00	kg	2	2,33	2,97	2	2	3
B.4.1.6	f. Stiffner Plat t = 8 mm	235,50	kg	1	1,33	1,99	1	1	2
B.4.1.7	g. Angkur M22 - 70 cm	40,64	kg	1	1,33	1,98	1	1	2
B.4.1.8	h. Baut HTB M = 16 mm	680,96	kg	1,03	2,33	3,98	1	2	4

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Simulasi			Durasi Pembulatan		
				O	M	P	O	M	P
B.4.1.9	i. Baut ATAP HTB M = 16 mm	521,36	kg	1,02	1,67	2	1	2	2
B.4.1.10	j. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	317,99	m2	1,01	2	2,97	1	2	3
B.4.2	Struktur Curtain Wall								
B.4.2.1	Struktur Curtain Wall Lt.1								
B.4.2.1.1	a. Balok WF	2.640,00	kg	2,06	2,99	3,97	2	3	4
B.4.2.1.2	b. Base Plat t = 20 mm	210,40	kg	1,01	2	2,98	1	2	3
B.4.2.1.3	c. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	64,00	m2	1	1,67	2,96	1	2	3
B.4.2.2	Struktur Curtain Wall Lt.2								
B.4.2.2.1	a. Balok WF	4.626,89	kg	2,01	3,34	4,95	2	3	5
B.4.2.2.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg	2	2,68	3,99	2	3	4
B.4.2.2.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg	1,01	2,01	2,99	1	2	3
B.4.2.2.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg	1,02	2,01	2,99	1	2	3
B.4.2.2.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg	2,01	2,67	3	2	3	3
B.4.2.2.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2	1,02	1,67	2	1	2	2
B.4.2.3	Struktur Curtain Wall Lt.3								
B.4.2.3.1	a. Balok WF	4.626,89	kg	2,01	3,67	4,97	2	4	5
B.4.2.3.2	b. End Plat t = 12 mm	821,60	kg	2	2,67	3,99	2	3	4
B.4.2.3.3	c. Angkur M22 - 70 cm	244,92	kg	1,01	2	2,99	1	2	3
B.4.2.3.4	d. Stiffner Plat t = 8 mm	243,84	kg	1,01	2	2,98	1	2	3
B.4.2.3.5	e. Baut HTB M = 16 mm	425,60	kg	2,01	2,67	3	2	3	3
B.4.2.3.6	f. Cat Besi (Meni Besi/Cat Dasar) dan Cat Finishing	137,48	m2	1,01	1,67	2	1	2	2





Lampiran 13 Penjadwalan Ulang Durasi Pesimis



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Raliansa Seifal Hamdani, dilahirkan di Bandung, 18 Januari 2001, merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDIF Al-Fikri (2007 – 2013), SMPIT Al-Haraki (2013 – 2016), dan SMAN 2 Depok (2016-2019). Setelah lulus dari bangku SMA, penulis melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, di Departemen Teknik Sipil pada tahun 2020 dan terdaftar dengan NRP 5012201065. Dalam menjalani masa perkuliahan, penulis memiliki ketertarikan dalam bidang manajemen konstruksi dan membuat penelitian dengan judul “**Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Tower 3 ITS Surabaya Menggunakan Simulasi Monte Carlo**”.

Di Departemen Teknik Sipil ini penulis juga sempat aktif di bidang non-akademis seperti tergabung dalam organisasi dan kepanitiaan. Organisasi yang telah penulis ikuti adalah tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) sebagai Staff Departemen Hubungan Luar untuk periode 2021/2022 dan Kepala Departemen Hubungan Luar untuk periode 2022/2023. Untuk kepanitiaan yang telah penulis lakukan antara lain Staff Acara Civil Expo ITS 2022, panitia wisuda sebagai Staff LO untuk wisuda ke 125 dan Wakil Ketua Acara untuk wisuda ke 126 ITS, Staff Acara OKKBK 2022, dan beberapa kali menjadi MC dalam kegiatan-kegiatan yang telah penulis ikuti. Jika terdapat pertanyaan ataupun keinginan untuk berdiskusi lebih lanjut, silahkan menghubungi penulis melalui kontak di bawah ini:

E-mail : raliansa.sh18@gmail.com

Linkedin : <https://www.linkedin.com/in/raliansaseifal>